行政院農業委員會農業試驗所

ISSN 1017-0863

技術服務

季刊

2019年3月

117

2019.Vol.30 No.1

雜交玉米之親本繁殖技術

從韓國彩色甜椒之採後處理談我國農產品外銷之競爭力

提昇台灣百香果種苗輸出東南亞競爭力之技術與策略

農業害蟲智能管理決策系統介紹

馬鈴薯瘡痂病的救星：枯草桿菌 LNP-1 新型微生物製劑

Technical Service Quarterly Bulletin,Taiwan Agricultural Research Institute.

第30卷第1期

中華民國108年3月出版

目錄

封面說明：本所與中央研究院、台灣大學及中興大學共同執行計畫，結合作物、生理、遺傳、育種、統計、生物資訊、農業環境控制等領域專家，建構國家級表型體分析平台（詳本期第23頁）。

◎圖/文 生技組 林大鈞

行政院農業委員會農業試驗所技術服務季刊
出 版 者/行政院農業委員會農業試驗所
創刊年月/民國79年3月
發 行 人：陳駿季
總 編 輯：方尚仁
執行編輯：黃淑華
地　　址：台中市霧峰區萬豐里中正路189號
網　　址：https://www.tari.gov.tw
電　　話：(04)23302301~5
農民服務專線：04-23317456
本刊內容已全文上網，歡迎訂閱農業試驗所電子報，詳情請見本所網站-便民服務-訂閱電子報。
版權所有、轉載須經本所同意
展售書局：
■五南文化廣場　台中市中山路6號 (04) 22260330
■國家書店松江門市
台北市松江路209號1樓 (02) 25180207 (代表號)
■國家網路書店：http：//www.govbooks.com.tw
承 印 者：農世股份有限公司
台中市漢口路3段55巷21號 (04) 22932036
定　　價：NT 35 元
行政院新聞局出版事業登記證局版臺省誌字第8276號
中華郵政中台字第0759號執照登記為雜誌交寄

GPN：2007900008
ISSN：1017-0863　NT$35

農藝作物
■雜交玉米之親本繁殖技術
劉嘉仁 謝光照 1

園藝作物
■從韓國彩色甜椒之採後處理談我國農產品外銷之競爭力
黃肇家 徐敏記 5
■提昇台灣百香果種苗輸出東南亞競爭力之技術與策略
陳金枝 蔡志濃 黃晉興 張瑞璋 李文立 徐智政 9

資訊應用
■農業害蟲智能管理決策系統介紹
姚美吉 高靜華 潘其彥 鄧文秀 15

出國報告
■中國大陸金柑產地參訪見聞(下)
唐佳惠 呂明雄 李建瑩 吳佩香 20
■澳洲植物表型體中心參訪-簡介澳洲植物表型體技術發展現況
林大鈞 楊佐琦 溫英杰 23

農業推廣
■智慧農業計畫網站簡介及網站使用者分析概述
楊于萱 方尚仁 闕君倪 30
■以IPA方法探討農試所養液栽培管理進階班-農民教育訓練成效
吳惠卿 劉禎祺 35

新聞訊息
■農試所研發百香果週年生產技術，增加溫室多元利用
張庚鵬 郭鴻裕 40
■馬鈴薯瘡痂病的救星：枯草桿菌LNP-1新型微生物製劑
林宗俊 張瑞璋 41

雜交玉米之親本繁殖技術

農試所農場組 劉嘉仁　農試所作物組 謝光照

一、前言

玉米(Maize , *Zea mays* L.)為主要的禾本科作物之一，籽粒可供食用或為飼料，植株可為青芻料，在能源危機時亦可利用為生產酒精，為利用面向多樣之作物，具有生長快速、生質量高、適應性廣之特性。根據聯合國糧農組織（FAO, 2012[1]）之統計，年產量可達6.9067億公噸，為世界總產量最高之糧食作物。

玉米的商業栽培品種，通常利用雜交一代，因為玉米為異交作物，在適當的自交系組合下，具有強烈的雜交優勢，生育整齊、強健，產量亦豐，且無法自行留種，故各種苗公司無不生產自有品牌的雜交一代種子。而生產雜交一代種子端賴雜交親本的維持，如何維持雜交親本純度成為生產雜交種子的關鍵。

作　　者：劉嘉仁助理研究員
連絡電話：04-23317756

雜交一代的選定須由育種者經過漫長綿密的育種程序，在無數的雜交及測試後，選擇其中綜合表現最符合需求的一個組合，生產所需的雜交一代種子。而為了獲取穩定的結果，雜交親本必須利用自交系來進行。玉米為風媒花之異交作物，自交系必須由人工套袋、授粉，經過4~6代的自交分離後建立。而玉米具有自交弱勢，純系的生育特性不強健，因而親本維持是掌握種子生產的關鍵。

通常為了避免自交弱勢的影響，在自交4~6代以後利用兄妹交的方式以維持一小部分的遺傳歧異度，避免自交弱勢過大，影響栽培。但是這也產生了另一個問題，可能造成親本純度降低，因而衍生所生產的雜交一代種子品質不穩定，造成種子供應商與栽培農民之間的糾紛。為避免糾紛的產生，親本的維持成為一個必須解決的問題。

二、雜交親本繁殖的規劃與協調

玉米為風媒花，雄花穗成熟後花藥裂開釋出大量花粉，隨風飄落於雌穗吐出之花絲上完成授粉。依據「台灣地區

農作物種苗檢查須知」規定，玉米的親本田周圍300公尺內不得有它品種之玉米，以防止花粉飛散所造成的汙染，因而在玉米親本的繁殖上，就會產生許多限制。台灣地狹人稠，利用地理空間距離進行隔離，有其實際困難，所以在實務上，玉米親本繁殖多利用時間來進行隔離，亦即在栽培日期前後至少一個月，繁殖田周圍不得有他品種玉米進行栽培作業。且為求生產足量且良好的種子，了解親本的栽培生育特性，為玉米親本繁殖的首要步驟。

以栽培廣泛的雜交玉米台農1號為例，其屬於單雜交種，其父母本兩自交系親本，母本代號TA2808-176，係由哥倫比亞玉米種源ICAL 210經自交分離育成，屬熱帶型硬粒種；父本代號TA3651-377，係由美國夏威夷大學引進之自交系Hi-31，經純化選出，屬溫帶型馬齒種[2]。兩親本栽培環境的選擇相異，在繁殖時須考量其生育特性，父本屬溫帶型，對高溫的耐受性較差，適於秋作或裡作栽培，但裡作因栽培期間溫度較低，生育期延長；而母本屬熱帶型，栽培期較不受溫度限制，所以進行繁殖時所需考量的因素，就較父本親本為少。

考量親本繁殖的目的，為生產大量且純正的優質種子，進行種子生產栽培規劃時，宜依親本品系生育特性選定最適栽培時期，另外在台灣地區進行玉米親本種子生產，考量氣候因素，多利用秋作或裡作進行栽培，主要的目的即為避開種子成熟時的雨季。玉米自播種至種子完熟，視品系約需140-180天，栽培規劃時可由預定收穫日期往前推算，以決定播種日期。

而決定播種日期之後，需循程序向種苗改良繁殖場種子檢查室申請檢查，依據「台灣地區農作物種苗檢查須知」規定，玉米親本田必須於播種後10天內提出申請，進行第一次檢查於生育中期，植株未抽穗前實施純度檢查，並於栽培期間進行若干次的無預警檢查[3] (圖一)。另一個決定親本種子繁殖成敗的因子，取決於充分且縝密的協調，雖與栽培技術無關，但卻是親本種子能否通過種子檢查的重要因子。依據「台灣地區農作物種苗檢查須知」規定，玉米的親本田周圍300公尺內不得有它品種之玉米(隔離) ，在親本繁殖田周圍300公尺內，任一坵塊田區出現了一株其他品系玉米，在親本繁殖田栽培過程中的田間檢查，即可能不合格，因而必須在繁殖田周圍設定一個範圍，在範圍內的田區，不論其經營者為何，均須與其有良好的互動，以避免因他人有意或無意進行玉米栽培，造成田間檢查不合標準又無法改善，使得繁殖作業失敗。

三、栽培管理、收穫與調製

玉米為適應性廣泛之作物，但由於玉米具有自交弱勢，雜交一代玉米的親本又為經4~6代自交後所得之自交系，所以玉米親本植株的生育，就不若一般栽培種玉米強健。在進行玉米親本的栽培時，可依一般的栽培模式稍加修正，來簡化栽培管理的過程。為降低混雜的風

除，一般進行玉米親本種子繁殖時，每期作只選定單一自交系進行栽培，亦即單雜交種玉米的親本繁殖，至少需要兩期作的時間，若為三系雜交種或雙雜交種，所需時間更長，因而欲進行雜交玉米種子生產時，必須考量此因素，預留充足的時間以生產足量的親本種子。

在進行玉米親本種子繁殖時，由於植株生育不若一般栽培種玉米強健，可酌量增加播種量，再以間拔方式維持應有的栽培密度。栽培作業進行時，先以曳引機附掛迴轉犁進行粗整地，降低田間雜草數量，播種前再以迴轉犁進行細整地，播種時可利用一貫作業播種機(圖二)，同時完成播種、施藥及施基肥等工作，播種後再以耕耘機開溝以利排水，最後噴佈萌前除草劑，以抑制雜草萌發。播種後視天候與田間狀況，約在3-7天後可見玉米幼苗出土，前期作若為旱作，幼苗出土5-7天後，可用有機磷劑如陶斯松進行蟲害防治，避免切根蟲的危害；待植株生長至齊膝期時施用第一次追肥並進行中耕，肥料施用可參考作物施肥手冊，並適度灌水，維持田間土壤適當濕度，促進生育；隨時巡視田區植株生育情形，遇有生育特別良好的植株，一般判定為雜交一代植株，必須拔除；其他任何異常植株亦需拔除，維持生育外表一致。生育期間發現有病蟲危害，可參考植物保護手冊，選用推薦藥劑防治。

玉米栽培期間施用追肥時，可使用條施，並於施用後立即以中耕管理機進行中耕培土；培土除將所施肥料覆蓋以減少肥料散失外，並將雜草耕犁以減少雜草危害，栽培期間適度灌水，維持土壤濕度以利養分吸收，遇有植株生育

圖一、 種子檢查人員進行玉米親本田間檢查。

圖二、玉米一貫作業機械化播種。

圖三、 雜交玉米台農1號父本雄花抽穗情形。

情形異常者隨時拔除，以全區生育外表一致為原則。抽穗前加強蟲害防治，可用米糠拌合藥劑或以藥液噴灑施用。玉米雖為風媒花，在開花期間因雄穗產生大量花粉(圖三)，會吸引蜜蜂前來採集花粉，適度減少農藥施用，避免對蜜蜂造成影響。抽穗期前後10天左右適度灌水維持田間水分含量，對籽粒的充實有所助益，但應避免過度灌水造成土壤鬆軟，以免植株倒伏。

待播種後約140-180天，玉米雌穗苞葉轉枯黃褐色、乾燥，即為收穫適期；大規模的採種可利用機械收穫，配合天候，在田間留置至雌穗籽粒乾燥後採收；在台灣一般因不易達成此天候條件，多在收穫適期時即以人工採收，採收時去除苞葉，僅收穫玉米雌穗。收穫的玉米雌穗此時水分含量仍高，需先經乾燥至水分含量約18-20%，再行脫粒。

乾燥期間可先進行選別，去除畸形、病蟲害穗，並依據品種特性，剔除籽粒排列不整齊或行數不正常果穗，待乾燥至水分含量約18-20%，進行脫粒。脫粒後再將籽粒乾燥至水分含量約13-15%，以塑膠袋密封後再裝入PP編織袋，註明品系、年期，置入種子冷藏庫貯放以備提領。亦可帶穗直接乾燥至籽粒水分含量約13-15%後直接脫粒，但脫粒時易受脫粒機影響造成胚乳受損或籽粒破裂，影響種子品質，不建議使用。

四、結語

種苗為農業生產的基礎，掌握自主開發的品種，維持充分且質優的種苗供應，是避免農業受制於人的不二法門。農業不只是產業，他內化為生活中的一部分，操作過程相當依重經驗傳承與臨場判斷，無法如同工業生產，可以依照標準作業流程完全複製。雜交一代種子生產的成敗，由親本種子的生產開始。掌握親本種子，就可掌握雜交一代種子的供應，進而掌握市場的需求。

五、參考文獻

FAOSTAT-Food and Agriculture Organization of the United Nations (20 August 2013)。

呂宗佳、盧煌勝、劉孔生、謝光照、何千里。1989。單雜交玉米台農一號之育成。中華農業研究38：1-18。

台灣地區農作物種苗檢查須知。2000。行政院農業委員會-行政規則。

從韓國彩色甜椒之採後處理談我國農產品外銷之競爭力

農試所退休人員 黃肇家　　農試所作物組 徐敏記

一、前言

台灣冬季低溫適合彩色甜椒之生產，產量及品質良好，對於出口溫帶地區冬季需要加溫生產之國家，應該有其利基。

幾年前，農政單位與民間期待能開拓外銷市場，雖然有一部分出口到東南亞、新加坡等地，但是數量有限，價格亦不高。日本冬季寒冷，是我國重要的出口目標國，卻一直難以達成出口目標。筆者有幸在一次機會，參加於韓國舉辦之APEC會議，會議間參觀其彩色甜椒之生產及外銷作業，了解其整體性規劃，可全年穩定生產供應日本，並以機械選別作業，確保品質穩定。因此台灣若要外銷，需要有相似或優於這套系統之作法，才有競爭機會。本文就台灣與韓國之生產與採後處理狀況加以簡要說明，以作為發展農產品外銷之參考。

作　　者：退休人員黃肇家博士
連絡電話：04-23317120

二、台灣彩色甜椒之生產與保鮮處理貯運

台灣彩色甜椒主要於冬季生產，無法全年供應，對國外市場周年需求之情況，是一項不利之因素。

此外，品質不穩定也是一項問題。為了想要外銷日本，筆者曾經進行外銷貯運研究，在初步模擬貯運試驗過程，可看到彩色甜椒，在不同專業農戶所生產的品質，其貯運後腐損率有很大的差異。進一步分析，得知彩色甜椒採用土耕栽培(圖一)，其溫室栽培面積都不大(圖二)，且其附近之農田，常會種植其他作物，遇到鄰近農田有淹水之情況下，溫室內之甜椒果實經過貯運後，發生霉腐之機會偏高，不利於出口。在妥善的栽培管理下，模擬海運日本後，品質良好，有機會外銷日本。但若以外銷加拿大做為目標市場，貯運28日，既使在栽培管理良好下，於貯運後經過回溫，果梗發霉率仍然偏高，這一部分仍有待研究改善。

其次，台灣彩色甜椒果實品質之分級都靠人為分級，重量可以用機械分級，但是品質分級，包括熟度、色澤、形

狀等，需要靠人工目測判定(圖三、圖四)，除了速度緩慢之外，果實容易受傷，分級誤差率也會偏高，影響商品品質，增加外銷之困難度。

三、韓國彩色甜椒之生產與處理運銷

韓國彩色甜椒以高規格溫室栽培，溫室挑高6米以上，植株順著支架攀爬往上生長(圖五)，每棵植株可持續採收8至9個月，採收與修剪管理，都有具升降梯之推車，操作人員可站在上面工作，較為省力。所有參加之農友採行計畫性生產，若某一位農民的園區尚未達可採收期，即可由其他農民於產期間互補，故可周年穩定生產供貨。

植株栽培使用無土栽培，以養液供水施肥(圖六)，精準控制生長，整個溫室，植株生長一致。病害問題，以溫室之溫濕度調控來控制，蟲害以生物防治來控制，因此可以標榜安全無毒，對於外銷日本極有利。

筆者所參觀之彩色甜椒生產區分散面積廣大，共分為19個生產班，生產農民約95戶，但整個生產與銷售，係由一家貿易公司管控，形成一個集團生產。

各農民生產之數量由總公司管控，所生產之甜椒由公司之冷藏車到溫室收集，載運到總公司之集貨處理場，再以光選別機將果實依色澤、形狀等進行品質分級，最後再

圖一、 台灣彩色甜椒栽培採用土耕，水分養分控制不易。

圖二、台灣彩色甜椒栽培溫室面積都不大，容易受到鄰近作物影響。

依重量進行大小分級(圖七)。特優品外銷日本，其餘再依次銷售國內超市、傳統市場。因此可以全年外銷日本，其產量之55%用於外銷。光選別機雖然價格昂貴，但是在此系統下，處理數量大，且全年使用，成本相對降低，而其可以進行精確的品質分級與加速作業效率，成為極重要的有利工具。配合栽培計畫，可周年供應品質良好無毒之產品，成為一個良好的產銷模式，值得參考。

圖三、台灣彩色甜椒品質分級，包括熟度、色澤、形狀等，需要靠人工目測判定。

圖四、台灣彩色甜椒分級後之品質。

圖五、韓國彩色甜椒以高規格溫室栽培，溫室挑高6米以上，植株順著支架攀爬往上生長。

四、結語

農產品若能在國際外銷市場上取得領先之競爭地位，必需要有穩定的「品質」與「供應量」，韓國彩色甜椒之外銷處理系統，提供一個很好的模式。就量能生產而言，能穩定的生產高品質甜椒，在品種、栽培、環控及病蟲害管理，均有良好的作業模式，但是若缺乏採後處理手段，也不能夠確保出口品質，其中品質分級選別，是關鍵性技術。品質選別機，雖然設備費用高昂，但是能夠

圖六、韓國彩色甜椒採用無土栽培，以養液供水施肥，可以精準控制生長。

圖七、韓國彩色甜椒以光選別機將果實依色澤形狀等進行品質分級，再依重量進行大小分級，優等品外銷日本。

處理大量農產品，且全年度使用，所分攤之營運成本相對降低。而透過統一管理，能使彩色甜椒栽培品質均一良好，並使採後處理操作工作相對容易。就產銷管控上，由市場端之需求量，規劃管控生產量，使產銷維持穩定。在此情況下，台灣冬季即使能生產品質良好、價格低的彩色甜椒產品，在無法全年穩定供應下，要競爭日本市場，可能不太容易。

提昇台灣百香果種苗輸出東南亞競爭力之技術與策略

農試所植病組 陳金枝 蔡志濃 黃晉興 張瑞璋　農試所鳳山分所 李文立 徐智政

一、前言

百香果原生於南美巴西，為全球性的重要經濟果樹，商業栽培地區包括有澳洲、巴西、斐濟群島、新幾內亞、南非、哥倫比亞、委內瑞拉、越南、中國大陸及台灣等地；百香果之商業栽培品種以紫百香果(*Passiflora edulis*)及黃百香果(*P. edulis* f. sp. *flavicarpa*)為主。國內百香果產業發展迄今超過30年，已建構出完整的產業結構，可區分為種苗、鮮果及加工品等生產體系。近5年來，國內栽培面積逐年增加，且鮮果宅配市場供不應求。依據行政院農業委員會106年度農業統計資料，國內百香果栽培面積約679.6公頃，鮮果產值達新台幣8.02億元，內需和外銷種苗產值超過2.4億元。目前台灣及亞洲地區栽培的百香果，以台農1號(Tai Nong No.1)百香果為主力品種。台農1號百香果係於民國六十年代由農業試驗所鳳山熱帶園藝試驗分所之研究人員以紫色百香果(具自交親和性)為母本與黃百香果(自交不親和性)為父本，雜交而成之品系，主要以嫁接苗方式繁殖，以維持其優良之園藝性狀，並進行大量種苗繁殖。此品種種植後於田間自然授粉率高，成熟果實之果皮呈現鮮紫紅色，果汁具有獨特的果香，且適合鮮食與果汁加工，深受消費者歡迎而具高經濟價值。

作　　者：陳金枝助理研究員
連絡電話：04-23317518

百香果具有多元面向的產業發展特質，除可直接供應鮮食和果汁等加工產品外，嫁接苗的種苗生產銷售，更是百香果產業的另一個重要經濟利基。目前台灣的百香果種苗，除供應國內每年換新苗栽植需求外，也拓展出東南亞及中國大陸之外銷市場，居國際百香果產業鏈的供苗源頭關鍵角色，因此百香果種苗為台灣深具外銷潛力之經濟產業。

因應推動農作物新南向發展，考量符合南向國家的市場需求，並以能創造互利共榮者為首要目標。因應當地市場需求面的考量，包括(1)當地內需或產品可外銷而具外銷經濟價值者；(2)可互補當地果品的缺口，比如當地可種而有市場經濟的稀有種類，或是當地剛起步的種類而尚有發展空間，尤其具有可加工利用的加值型農產，更可創造產業鏈之價值與永續營運契機。

百香果具有上述國際市場需求與特點，尤其百香果為熱帶、亞熱帶周年生的果樹，東南亞地區的氣候非常適合生長，台灣生產的百香果台農1號種苗已在越南種植超過13年以上，泰國也輸入種植至少5年以上，均顯示百香果可在東南亞地區生根發展。「百香果」因含有超過130種以上的芳香物質等特點而得名，含有蛋白質、膳食纖維和維他命等諸多營養成分；且因其氣味芳香，風味豐厚，可以和各類果汁相互調和而有「果汁之王」美稱。百香果適合鮮果，也適合加工產品的利用，在全球果汁工業上具有重要地位。在果樹新南向佈局上，以百香果能適地生長及所具備可鮮食，也可加工的特色，加上台灣種苗生產和栽培技術面上的現有優勢，百香果在東南亞地區具有極高發展競爭力。

二、台灣百香果產業現階段之優勢

台灣百香果的產業發展迄今超過30年，其中病毒病害(尤其是木質化病毒)為嚴重影響產值的關鍵病害，而因應田間病蟲害發生的控管，已發展出一套獨特的栽培模式: 採用一年生栽培方式，於每年冬末及初春時，徹底清除全園老株及整地後更換新苗植栽(圖一、二)；選用無特定病毒種苗栽植、並利用簡易防蟲網罩於栽培前期防護病媒蟲傳播病毒。此套方式在台灣農政單位的輔導與業界實作下，已施行近30年，且農民生產者均有共識，同步換植新苗，以能有效控制病毒病之發生。

台灣的百香果栽培與病害防治管理技術面，發展有(1)可提升嫁接苗品質之繁殖技術，嫁接苗存活率高且產果品質優；(2)已開發亞洲地區6種百香果病毒之

圖一、百香果田間結果情形:正常果(上)、連續種植二年木質化病毒嚴重危害果實(下)。

圖二、百香果木質化病毒病害嚴重影響果實品質，成熟果果腔小且果汁率少；健康果(上)、罹病果(下)。

檢測試劑套組，可有效監測特定病毒，確保種苗健康品質；(3)已建構無特定病毒健康種苗病害驗證之三級繁殖體系，確保繁殖用母本之健康管理；(4)施行一年生栽培方式，克服病毒病為害而確保產值；(5)已掌握百香果真菌病害種類之診斷鑑定及其防治管理措施。

在整體外銷種苗市場的競爭現況方面，及上述技術面的整合應用下，現階段台灣生產的嫁接苗具有市場優勢，包括：

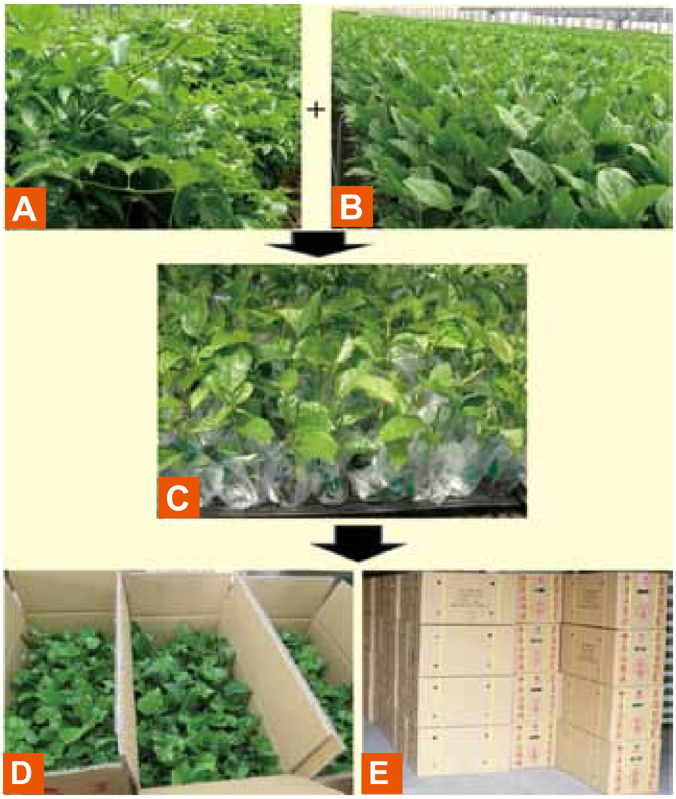
(一)台農1號百香果嫁接苗品牌優勢

台農1號百香果具有自交親和性而授粉率高，除適合鮮食外，其果汁有獨特香氣風味更適合加工。種苗已有外銷東南亞地區之越南和泰國等國家。台灣生產的台農1號百香果嫁接苗存活率高而深受當地生產者愛用。此外，台農1號嫁接苗具抗土壤病害特性，加上優良的園藝性狀，而使得台農1號百香果也是目前東南亞地區百香果產業的優勢品種。

(二)台灣百香果健康種苗生產管理技術領先

百香果嫁接苗生產，從切穗母本、根砧實生苗栽培、嫁接苗繁殖與馴化、包裝銷售等流程(圖三)，在產業界的營運方面已發展出嫁接苗繁殖量產一貫化作業，嫁接苗在生產線上量化出廠銷售，總年產量可達1000萬苗的生產效率。在此量產一貫化的作業流程下，健康切穗及根砧源頭健康管理的嚴謹度，乃決定嫁接苗生產線上健康苗品質的根本與關鍵技術。

目前官方及產業界均重視種苗健康品質之母本株健診，而有提昇內控品質之共識，尤其對無特定病毒健康母本株之篩檢以確保切穗健康品質、根砧苗病蟲害的防治維護等，使得嫁接苗的量產線能穩定運作。此外，百香果生產者購買健康苗於田間種植後，再配合病蟲害防治管理則可確保收成，更可促進對種苗的需求而暢通百香果產業鏈 (種苗繁殖-鮮果生產-加工製品) 的運行。



圖三、百香果嫁接苗量產作業-確保採穗母本樹(A)和根砧苗(B)之健康，可獲得健康品質的嫁接苗(C)；嫁接苗包裝(D、E) 後銷售。

(三)台灣農政單位推動之百香果種苗病害驗證體系及技術服務團產業輔導運作，獨步東南亞等亞洲國家

農業試驗所已開發完成亞洲地區6種百香果重要病毒之檢測試劑套組，可掌握病毒病、真菌和蟲害等防治管理技術而實務應用於輔助業界生產百香果健康嫁接苗，組成百香果種苗技術服務團，相關研發技術並作為官方產業輔導系統之技術後盾。其中無特定病毒健康種苗之繁殖體系在行政院農委會動植物防疫檢疫局105年12月公告實施的「百香果種苗病害驗證作業須知」，以及農糧署「百香果優良種苗技術服務產業輔導」等農政策略支持下，透過種苗技術服務團專家之研發成果技術導入，及參與種苗病害驗證體系之農業試驗改良場所人員(包括農業試驗所、種苗改良繁殖場和台中區農業改良場)的團隊分工，整體形成一股強力的官方產業輔導系統，務實地協助國內百香果種苗產業之再升級。近年來官方輔導系統積極輔助國內育苗場家提升種苗品質內控能力，從整體產業鏈的源頭(健康種苗)著手，以確保下游鮮果及加工生產鏈的穩定產出。

三、台灣百香果種苗南向東南亞可能遭遇的競爭

以越南為例，影響台灣種苗輸出越南的因素包括 (1)近年來越南也遭遇氣候變遷，導致氣候異常影響百香果正常生產，或因雨季過長不利鮮果生產或導致病害嚴重，或因田間病毒病日趨嚴重等多重因素影響下，若農民生產者所遭遇問題無解時，則會直接影響其種植意願，進而影響台灣百香果種苗的輸出量；(2)越南百香果種苗來源逐漸多元化，台灣將有可預見的種苗生產競爭對手。台灣百香果台農1號種苗於2004年輸出越南發展迄今，越南當地的百香果產業鏈 (種苗繁殖-鮮果生產-加工製品)已然成型，且由企業體支持的大型加工廠，及已發展出自有種苗生產體系可供應該國之內需種苗達數百萬株。因此，未來倘能在自由經濟市場的機制下營運，台灣百香果種苗在越南之市場，需以輸出高品質之嫁接苗為競爭利基；(3)越南生產種苗的面積勢必高過台灣，台灣如何在有限的面積下，發展出高效率的種苗生產量，而能保有種苗輸出的供應優勢，也是未來需突破的技術；(4)越南境內大型企業體一條龍的營運發展趨勢，從種苗、鮮果契作到加工生產行銷的企業化生產鏈，面對越南具有高於台灣30倍的百香果栽培面積和大型企業體，以及越南產鮮果和加工品已具有品牌形象等諸多國際市場競爭現況，台灣種苗如何在越南已成型的強力產業鏈中繼續保有台灣種苗品牌優勢及順暢的種苗通路線，或是以台灣為核心的跨國百香果生產營運體系，是台灣種苗國際市場布局及永續發展需考量的要素。

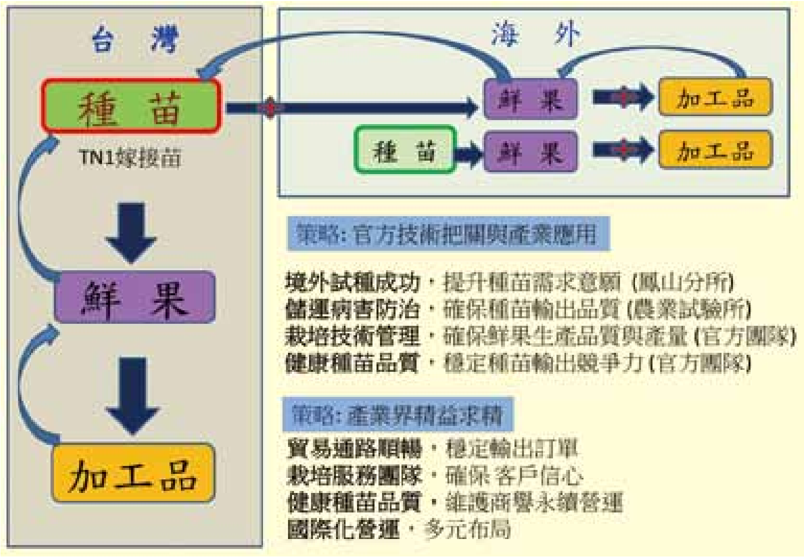
越南百香果產業的發展模式，可藉以作為台灣種苗再前進泰國、馬來西亞或東南亞其他國家發展的借鏡，能夠在自由經濟市場中，持續保有台灣種苗生產技術的優勢而穩步地開展百香果種苗產業的國際布局(圖四)。

四、因應東南亞種苗需求及市場競爭之策略

東南亞市場，除越南已具成熟的產業鏈外，泰國、馬來西亞、印尼和寮國等均逐漸進入百香果產業的市場區塊內，以台灣百香果種苗及鮮果生產技術的優勢，在面對逐漸崛起的國際種苗業者競爭態勢下，要能保持台灣優勢先機，須具備產官學界通力合作的共識，產業界能具有更優勢的種苗栽培技術及嚴謹的病蟲害防治管理，以生產出優質種苗來全力拚市場。

(一)全力提升台灣百香果種苗品質內控以優良品質做種苗競爭力之後盾，維持台灣品牌優勢

1. 源頭核心-無特定病毒健康種苗生產，以穩定品質並確保種苗外銷競爭力:越南及泰國均已具有百香果無特定病毒檢測能力以及健康種苗自主生產技術，因應未來東南亞百香果種苗市場之競爭，台灣產業界健康種苗生產的病毒監測及內控機制須持續把關以確保種苗競爭力。在農政單位對健康種苗繁殖生產技術的輔導支持下，業界有共識共同參與以穩定種苗健康之內控管理效益，精益求精以使台灣種苗品質持續居領先地位。整體以優良品質做為種苗市場競爭力之後盾，進而奠立國際競爭力穩定的基石。
2. 源頭核心-掌握健康嫁接種苗生產及儲運技術以穩定種苗供應端:種植後之田間生長勢與鮮果產率均與嫁接苗品質息息相關，目前台灣百香果嫁接技術之嫁接苗存活率與生長勢品質仍居領先地位，加上已掌握主要病毒病之診斷鑑定與監測技術、苗期真菌病害相和蟲害等之防治管理技術，在提升繁殖健康種苗及儲運後之種苗品質把關方面，可更臻完備。



圖四、台灣百香果產業鏈(種苗繁殖-鮮果生產-加工品)成型運作，鮮果和加工品之原料需求可創造對種苗的需求。

(二)種苗量產技術升級，以穩定種苗供應、境外生產區試種促進種苗需求及暢通產業鏈運行

種苗生產流程中，從切穗母本、根砧實生苗栽培、嫁接苗繁殖與馴化和包裝銷售等階段，如何在掌握源頭母本健康的既有技術基礎下，進一步提升嫁接苗生產

線上的切穗和根砧量化生產，穩定地生產健康種苗，以因應國外大量種苗訂單的出貨需求；再加上境外百香果栽培試種成功，以提升當地栽植百香果的信心度，和順暢的貿易通路配合，均可促使種苗需求端與供應端永續鏈結，而穩定運轉台灣的百香果種苗產業。

五、結語及展望

由越南等東南亞國家之百香果產業市場現況，可了解現階段台灣百香果種苗品質的競爭優勢，尤其已具有品牌優勢，是前進東南亞市場，推動農業新南向具競爭力的旗艦產業之一。要如何維護百香果種苗產業的永續營運，以掌握核心技術，根植台灣而佈局國際市場，是未來發展台灣百香果種苗產業以維持競爭力的關鍵。

未來百香果種苗南向發展，在自由經濟市場開放的環境下，面對當地業者不可避免的競爭，在可經營的場域及機會點上，台灣應隨時做好供應端的準備，以維持國際競爭力。以種苗供應而言，當選擇來源多、或是栽培環境逆境影響種植意願等因素，均可能導致對方購苗意願或需求降低；或已具有自主生產種苗能力而降低種苗進口輸入。如何能在此等影響種苗供應不穩定的因素狀況下，仍能適時調控生產線以降低成本折損或調節種苗之流通，也是產業化營運中需注意之事項。

此外，產業發展到最後，勢必會走向整體產業鏈各階段鏈結的營運策略!台灣百香果種苗在東南亞國家的經營，在整體國際化百香果產業鏈中，台灣目前居於種苗端源頭，如何繼續保有優勢品質以掌握不可或缺的源頭關鍵角色，除生產技術面到位外，必須加上產業界自有國際通路的打開通暢，及多元市場佈局，對種苗永續營運才可挹注一股助力。國內農政單位已建構百香果種苗病害驗證及種苗技術產業輔導體系，官方技術團隊輔助育苗場積極強化健康種苗品質之自主內控管理能力，協同業界具備品質提升與開拓東南亞種苗市場布局之信心。

面對未來，除繼續保持現有品質優勢而成為對方種苗選項的優先目標，實質型塑“種台灣產種苗，是產值保證”的事實，以使台灣品牌之優良百香果健康種苗於國際布局上居優勢競爭地位而永續經營；此外，如何建構健康母本和核心技術根留台灣，起造國際分工接力生產的跨國合作型態，創造東南亞甚至亞洲地區的百香果產品特色，嘉惠全球廣大的消費者，並增進整體產業鏈中的生產者經濟利益!

致　謝

本報告承蒙相關計畫經費補助(1)病毒檢測核心技術研發-行政院農委會動植物防疫檢疫局之百香果及紅龍果重要病毒檢測試劑套組開發(103-106年度)、(2)產業輔導應用-行政院農委會農糧署之建構具競爭力蔬果種苗產業供應鏈計畫-百香果種苗技術服務團產業輔導(104-107年度)、(3)農糧署新南向旗艦計畫-加值化農產品產銷及物流技術，運籌亞太潛力市場(106-107年度)，特此致謝。

農業害蟲智能管理決策系統介紹

農試所應動組 姚美吉 高靜華 潘其彥 鄧文秀

一、前言

21世紀是知識大爆發時代。以往我們對各種知識的學習，最喜歡查詢百科全書，如大英百科全書等；但這類書籍涵蓋面極廣，費用極貴，最終大概都躺在圖書館中。近10年來，維基百科 (圖一) 網站興起，人人可自由編輯的百科全書，號稱海納百川，有容乃大。此網站已收納 103萬篇條目，涵蓋各層面包含人文、地理、理化、生物、歷史等各領域，透過簡單搜尋，就能找到所要的資料，文中使用超連結功能，可串聯到系統中任何的相關資訊，非常好用又方便，最重要的是「不用花錢買」。但如此好用資訊的最大問題是，人人都可編輯，就可能存在不一定是「專家」的意見，是不是正確，就要自己稍作判斷，可能僅可供參考，誠如所謂的「盡信書，不如無書」。

作　　者：姚美吉助理研究員
連絡電話：04-23317615

近年來因電腦技術及手機蓬勃發展，搜尋引擎的開發，已成各大資訊業者開發的主軸。其中最廣泛被使用的搜尋引擎當屬Google搜尋 (圖二)。此搜尋引擎是由Google公司所推出，Google每日透過不同的服務，處理來自世界各地超過30億次的查詢。 除了搜尋網頁外，Google亦提供搜尋圖像、新聞、新聞網頁、地圖、影片等的服務。一般人若有任何不知道的資訊，最簡單的步驟就是開啟「Google搜尋」，幾乎都能輕易找到所需要的資訊，但仍可能是那句老話「盡信書，不如無書」。

二、農業害蟲智能管理決策系統建構

農業試驗所在開發「農業害蟲智能管理決策系統」平台時，其實就想仿效「維基百科」及「Google搜尋」的特色及思維，開創一個屬於農業領域之於「農業害蟲的搜尋網站」- (http://azai.tari.gov.tw/) (圖三)。網站外型架構上採簡約思維，利用模糊查詢技術，使瀏覽者快速

查詢到站內相關之害蟲或天敵資料，包含文字、影音及整合性防治資料。因為生物特性及栽培環境變化非常多，所提供的是綜合性的參考資料，涵蓋面仍然有限，需要更多研究人員參與建置。

此一平台的建置，主要想協助農民在面對農作物之栽培管理，常見之害蟲及其危害，提供完整性的參考資料，不用透過「維基百科」及「Google搜尋」，找了一堆資料，還要自行篩選，不知何為正確? 現在透過此平台可立即查詢到農業試驗所應用動物組20位研究人員，針對其所專精的農作物害蟲，撰寫及整合以往研究成果及資料，且經過不斷的修訂，整合完成的操作平台。現已完成 100 種農業害蟲與11種天敵資料，匯入百餘篇有關作物及害蟲的推廣報告，及蒐集攝製簡介短片 15 部。107年4月正式上線後，已有5.3萬人次前來瀏覽，且內容持續增加中，希望未來能涵蓋更全面性資料。以下針對整個平台進行巡禮，將主要架構及內容一一介紹。

三、平台簡介

(一) 害蟲及天敵搜尋

目前查詢最多的是害蟲或天敵，在田間常見蛾類飛舞，可在首頁搜尋欄輸入「蛾」，系統會自動依搜尋頻率列出有關 “蛾” 類之害蟲名稱，以下拉式選單顯示，再由使用者自行挑選，無須輸入全名才能搜尋，極為方便。如挑選 ”斜紋夜蛾” ，即可直接連結到斜紋夜蛾之害蟲資料。害蟲資料共有26個欄位，包含該蟲的分類地位、特徵、害蟲生態、危害概述與防治方法等資訊 (圖四)。若無法分辨是害蟲或天敵時，簡單提供辨別方法，資料內容底色為淡黃色時為害蟲，綠色底則為天敵，很容易區分。

圖一、中文維基百科首頁。

圖二、Google搜尋引擎頁面。

圖三、農業試驗所農業害蟲智能管理決策系統首頁。

(二) 相關刊物搜尋

關於農業領域的相關刊物，透過「維基百科」及「Google搜尋」可以搜尋的資料非常有限，此平台已將農試所特刊、農試所技服服務季刊、農業世界及豐年雜誌等農業相關雜誌內 (圖五) 與害蟲防治相關的推廣性報告全部收納進來，搜尋者不用再花心思去找尋。

(三) 影片專區搜尋

影片部分則為歷年自製的害蟲及防治技術影片或各電視台專訪影片，包含蟲害或資材使用等短片 (圖六)，能清晰呈現各項管理技術的使用重點與成效，達到多元示範宣導目標。

(四) 害蟲綜合防治知識庫搜尋

所謂「害蟲綜合防治知識庫」就是害蟲各種防治技術的整合性論述，這部

圖四、害蟲及天敵資料。

A 農試所之技術服務季刊　B 農試所之特刊　C 農業世界雜誌　D 豐年雜誌

圖五、相關刊物搜尋。

分是各領域專家累積十餘年的研究成效結晶，非常值得推薦及應用。現約有20餘項議題，濃縮成單張式整合性防治資訊，內容包括全方位害蟲管理之解決方案，又可超連結關鍵害蟲、影像、相關刊物及害蟲綜合防治技術等資訊 (圖七)。以近年來，最廣為討論之荔枝椿象為例，均有完整且詳細圖文資料。

(五) 影像諮詢

此平台另一個非常特別的功能是瀏覽者可將害蟲影像即時上傳，讓專家協助鑑定並進行害蟲相關防治諮詢。農民將實際發生照片，依作物全景照、作物近照及害蟲近照與相關資訊上傳後 (圖八)，可得到專家完整解答，非常便利且經濟的方式，希望農友能善用此功能。

圖六、影片專區搜尋。

圖七、害蟲綜合防治知識庫搜尋。

(六) 其他功能

此平台亦與農試所網頁、蔬果重要害蟲防疫旬報、彰雲嘉南地區夜蛾類密度監測旬報、積穀害蟲防治管理平台、植物保護手冊及防檢局農藥分類及作用機制等網站串聯。平台亦提供最新消息專區，直接提供第一手資料。若要使重要資訊不漏接，使用者亦可訂閱最新消息 (圖九A)，每月初即會收到平台最新資訊。同時平台亦提供線上學習機制，使用者可在網站上取得淺顯易懂的作物圖卡，適合剛入門的農友閱讀，快速掌握管理重點。此外專家在各種研討會、訓練班的文獻或講義也在其中，不論是新手老手都可於此挖寶。最後希望所有使用者，在瀏覽完平台各項功能及內容後，能惠予協助填寫問卷 (圖九B)，藉由使用者之回饋分享，提供本平台未來優化參酌。

四、結語

開發此一平台的初衷就是希望藉由彙整試驗研究人員長年累積的經驗與研發成果，提供各界在面臨昆蟲危害時，可上線查詢、學習及諮詢，快速尋獲解決方案。平台於107年4月份上線，迄今尚未滿一年，但為呈現更多元的資訊內容，主軸及查詢單元已經過多次的刪修調整，各界的回饋可以幫助我們持續成長與茁壯。另外在植物保護領域中，農業試驗所不僅只在害蟲及天敵有豐富研究，針對植物病害方面，也有數十位專業的研究人員長期投入研發，期盼未來本平台的內容可逐步延伸到植物病害領域，請大家拭目以待!

圖八、影像諮詢。

最新消息 A

問卷調查 B

圖九、訂閱最新消息(A)及問卷調查(B)的QR code。

中國大陸金柑產地參訪見聞(下)

嘉義分所 唐佳惠　嘉義大學 呂明雄
花蓮場蘭陽分場 李建瑩　農糧署 吳佩香

(接續上篇)

一、前言

作者赴中國大陸廣西壯族自治區，參訪中國大陸鮮食金柑產區，行程重點除赴產地外，亦與中國金柑栽培農家、廣西農業各級果樹主辦人員及廣西農業研究機構研究人員，會談金柑產業發展相關問題。出國報告上篇已整理台灣與中國大陸金柑發展現況與比較供參，本篇針對台灣金柑產業發展提出建議，期能提供相關產業從業人員參考。

二、可種植金柑種類及目前產業瓶頸

金柑 (Kumquat) 為芸香科 (Rutaceae) 金柑屬 (*Fortunella*) 之果樹，依園藝學家田中長三郎的分類，金柑屬計有金豆 (*F. hindsii* Swingle)、圓金柑 (*F. japonica* Swingle)、長金柑 (*F. margarita* Swingle)、長葉金柑 (*F. polyandra* Tanaka)、金彈 (*F. crassifolia* Swingle) 和長壽金柑 (*F. obovata* Tanaka) 等6種，除長葉金柑原產地包含到東南亞之外，其餘均原產於中國。由於金柑的原生地分佈廣闊，中國大陸對金柑種及品種的敍述十分紊亂，有些稱為金柑而有些稱為金桔，且種與品種間存在著同種異名或同名異種，故未確定親緣關係前，甚難僅以外觀特性判別確定之種類。多年的輔導過程了解到，在農民的認知中，僅較容易區別金豆、長金柑及長壽金柑等，其餘幾無法辨別。目前台灣在圓金柑與金彈及長葉金柑等尚有許多不明處，僅依形態特徵可將圓金柑歸於果實球形，金彈(一般臺灣稱之為寧波金柑)則果實短橢圓形；長葉金柑的描述更少，有些文獻指出其果實闊橢圓或近球形。除了果形外，食味也是重要的分別依據，金彈是果皮果肉均甜苦味少，圓金柑及長葉金柑均為果皮甜而果肉酸，圓金柑苦味亦少。

台灣金柑93%以上種植於宜蘭縣，且為當地重要地方性特產，主要栽培品種為長金柑，每年生產之果實中約有4成供應鮮果市場，其餘則製成加工商

作　　者：唐佳惠助理研究員
連絡電話：05-2753152

品，其產品型態多元且質優，整個產業年產值超過2.5億元。因植株病害及農村人力老化及缺乏，近年來栽培面積陸續縮減，使得產品售價得以提高並維持穩定，雖可有效確保農友合理收入，然此現象也導引貿易商申請進口之誘因。此外，長金柑果皮雖甜，然帶有苦味且果肉酸味稍濃，較不利鮮食消費，如要促進產業之轉型，發展適合鮮食的品種，亦為重要選項之一。

三、台灣金柑產業發展建議

國內金柑栽培面積及規模均小，故有利於發展地產地銷及地方性特色農產品，而不利於國際市場之競爭，故宜進行產業轉型輔導。為謀金柑產業永續發展，未來應區隔加工用果與鮮食用果二者之栽培品種、管理技術及目標市場。農產加工因具備產品多元優質、產期調節及風味化，建議不需放棄此一產業，轉而投入新型式之加工技術研發，以多樣化、高優質化，講求保健、機能、健康與休閒，而不追求低技術門檻之加工模式，期能固本培元，重塑金柑加工之產業體質；在鮮食用果方面，面對不喜食酸味者，可發展果皮果肉均甜且苦味少之品種，例如金彈；而面對講求機能成分、不特別在意果肉酸味高低者，則可發展長壽金柑。

而在面對產業整體的發展而言，由於中國大陸為金柑之原生地，且官方近年強力推廣鮮食金柑，鑑於陸方在產業結構調整腳步非常迅速，種植面積十分廣闊，人力取得亦較台灣容易，若以相同品種競爭相同市場，預期成功率並不高，如若以相同品種在台生產，但同時開放大陸金柑果品進口，則難免發生產銷問題，不得不預先考量因應之道。以廣西融安之滑皮金柑為例，目前號稱1果價值1元人民幣，且其產品已打入歐洲及澳洲等市場，等同保障大陸金柑果農之收益，引導金柑種植戶自行鑽研生產技術，並獲得數項中國專利。

因此台灣的金柑鮮食用果市場，除做為地產地銷及休閒產業之外，若欲發展鮮果外銷型式，尚待進一步完整配套措施之研擬，故建議暫勿大量推廣金柑鮮食品種及栽培面積，轉而評估開發特色果品模式之可行性。茲將幾點建議整理如下：

(一) 輸入金柑加工品管制措施建議

在台灣金柑管制進口措施開放前，仍需持續加強金柑產品轉運走私之查緝，申請非金柑類進口的相關柑桔產品，需加強衛生安全之查驗；為提供海關對申請進口之相關柑、桔類加工產品，是否為金柑類作物之判別方式，建議委託適當之學術機構或院校，進行蜜餞產品親緣鑑定技術之建立，甚至開發速測或快篩試組套件，以便利海關人員之判別速度。

(二) 陸方值得台灣借鏡及學習之處

1. 發展簡易設施栽培技術

中國大陸重要金柑產區，為減輕低溫傷害對產業發展之衝擊，開發簡易樹冠覆膜技術，成功將掛果期限由每年12月初延長至翌年3~4月，不僅改善果實成

熟度而提升品質，更可分散盛產期壓力及調節農家人力調配。此狀況顯示投入簡易設施栽培技術研發，有助減輕金柑栽培時面對自然環境之衝擊。

2. 落實食安

中國大陸目前已意識到食品安全相關議題，較高層級 (例如省級單位) 及對大規模外銷之產業要求較多，例如廣西壯族自治區較高層級針對金柑鮮果或加工產品均逐步推動無公害及扼阻非法添加；然在鄉級則尚未普及落實食安管理，由於該地生產之金柑目前仍屬內銷型，在消費者保護方面之觀念仍有待加強，尤其金柑屬連續採收果實，在參訪當日仍見到一邊進行化學藥劑防治病蟲害，卻一邊採收的問題。

台灣近年在食品安全議題各層面均十分努力推動，大多數的產品都是安全而合格的，然而偶爾的個案報導，卻會嚴重斫傷商品形象及競爭力，未來應加強此方面的查緝與管理，務必營造優良產品之形象，以維產業之發展。

3. 發展長項

中國大陸金柑經營規模遠較台灣為大，但機械化程度及農耕效率稍不及於台灣，因此，同樣有農村人力缺乏問題，勞動成本亦有增高趨勢。此外，中國大陸的幅員較台灣廣闊，距離消費市場較遠的內陸縣份 (例如融安) ，雖金柑果實品質優良，然因基礎建設尚稍有不足，尚未建置足夠集散量能的產地市場，因此，多少存在著產過於銷的問題，唯此一缺點將隨著中國大陸基礎建設腳步加快，其衍生的產銷問題可逐步獲得解決。

反觀目前台灣金柑仍以小規模經營為主，生產成本居高不下，且品種侷限於長實金柑，對於鮮果市場的競爭力稍不及中國大陸，且因栽培面積小，加工原料不夠充裕，長期來看不利於產業的永續經營；唯台灣金柑產區 (宜蘭) ，距離重要消費市場 (大台北地區) ，不但近，且交通運輸均便利，除了發展鮮食市場之外，包括農村營造及地產地銷等發展面向均有其利基。

四、結論

本次參訪透過產地實地觀察，深刻感受到中國大陸經由引進外來技術及資源，複製國際大型商業類經營管理制度或導入台灣以農業技術為發展之根本的種種作為，使其農業產業及相關食品加工產業體系之品質，非常快速且持續的提升，未來勢必形成對台的競爭壓力，尤其陸方在農業技術的開發進展，已有許多可與台灣比肩，甚至某些已超越台灣，因此，建議各界應積極強化競爭力之提升。

澳洲植物表型體中心參訪-簡介澳洲植物表型體技術發展現況

農試所生技組 林大鈞 楊佐琦　農試所種原組 溫英杰

一、前言

由於作物的重要性狀大都由數量遺傳所調控，這些基因的表現常受各種環境因子的影響，而不易探索參與的功能基因。表型體學 (Phenomics) 是基因型 (Genotype, G) 表現的整體結果，更是育種目標 (如耐寒、耐熱、耐旱等特性) 植物整體性狀的最終表現，可謂是育種成敗的決定因素。由於表型體表現易受環境因子 (Environment, E) 的影響，因此一個遺傳性狀 (G) ，必須在穩定的環控狀態 (E) 下，進行外表性狀測定，才能獲得準確、穩定的外表型 (P) 表現，進而確認二者間的關係，據此結果所開發之分子標誌才具可靠性 (Grosskinsky et al., 2015; Porter and Christensen, 2013)。有鑒於此，各國植物研究單位乃至於大型國際種子公司，紛紛投入分析表型體之各種軟硬體設施建置，以建立精準的外表型分析平台，進而對複雜的植物性狀進行調查與探討。近來國際研究社群已發展出各種表型體分析平台，其中以瑞典 (Crop Design, LemnaTech)、澳洲 (Australian Plant Phenomics Facility, APPF-CSIRO, Australian National University 及University of Adelaide)、英國 (UK Plant Phenomics)、法國 (PHENOARCH, INRA)，及跨國農業生技公司如Syngenta公司所建置的平台最為進步。目前國內雖有投入許多生理性狀偵測器 (如水分、溫度、光度、VIS、NIR、UV、IR、螢光) 的開發，亦有影像擷取、儲存及分析系統的開發 (圖一)，但整體而言，仍缺乏整合完善的表型體學分析平台。究其原因，為投入表型體分析平台所需的資源極多、規模龐大有別於一般研究。綜合看來，建立平台必需同時具備精密的環境控制與自動化的高效能外表型資料之擷取設備與分析技術，同時須要結合生物資訊分析技術，將精確控制表型分析結果對應相關基因型資訊或選拔指標，所得成果方可應用於產業育種過程外表型的精確篩選，迅速育成新品種，進而取得產業優勢。

在台灣要發展這種投入資金龐大、高階人才需求較多的新興科技，只能以

作　　者：林大鈞聘用副研究員
連絡電話：04-23317353

國家級計畫的方式整合不同的領域團隊，方有可能達成。因此，透過政策型國家科研計畫的執行，建構國家級的表型體分析中心，希望藉由結合植物生理學、遺傳學、作物栽培、育種學、農業機械、環控、統計學等領域專家，組成一個跨領域的表型體分析團隊，共同執行此一巨大重要任務。爰此，擬先將觀摩現有的國際表型體分析中心作為我國建置時的參考依據。經評估發現，澳洲表型體中心 (Australian Plant Phenomics Facility, APPF) 具備完善表型體分析設施，且對國際研究社群採開放設備及提供相關服務。因此於2017年10月7日，由中研院施明哲秘書長、葉國禎主任、羅筱文小姐、本所種原組溫英杰組長、生技組楊佐琦組長及林大鈞聘用副研究員等組成參訪團隊，進行澳洲表型體分析中心的參訪。參訪地點有APPF位於坎培拉之高解析植物表型體中心 (High Resolution Plant Phenomics Centre, HRPPC)、澳洲國立大學分支中心 (ANU node) 及阿德雷德植物加速中心 (The Plant Accelerator, PA) 等三個分支中心 (nodes)，除參觀其核心設施外，並瞭解受訪單位所建立之表型體核心技術，以及這些技術在植物研究及育種上的應用 (溫等，2017)。期望利用參訪所得資訊，作為將來規劃我國發展表型體分析中心的重要參考資料。參訪同時

圖一、國家級表型體分析平台。

並與APPF方學者討論雙方未來合作的可能議題，並作為台、澳雙方研擬未來合作議題優先順序的參考。

二、澳洲表型體中心 (APPF)

2007年，澳洲政府、ACT政府、南澳大利亞州政府共同支助阿德雷德大學、聯邦科學與工業研究組織 (Commonwealth Scientific and Industrial Research Organisation, CSIRO) 及澳洲國立大學共同成立澳洲表型體中心，並分別於這三個知名的植物研究單位內設立三個分支中心，分別為阿德雷德之植物加速中心 (阿德雷德大學Waite校區)、坎培拉黑山研究園區之高解析植物表型體中心 (CSIRO, Black Mountain Laboratories) 以及澳洲國立大學分支中心 (ANU node)，期能為澳洲植物學家及育種家提供表型體研究之國際競爭優勢，並作為推動跨領域研究及國際合作的平台，以提升澳洲相關研究社群於國際的影響力。

(一) 植物加速中心 (PA)

PA於2010年1月設置於阿德雷德大學Waite校園內，結合數位化影像分析、高通量計算分析及機器人技術，使其能夠以自動化、高通量及非破壞性方法，精準量測植物生長及外表型的資料。目前該中心有15位職員，專長涵蓋植物生理、商業經理、工程、生物資訊分析及維修技工等領域。

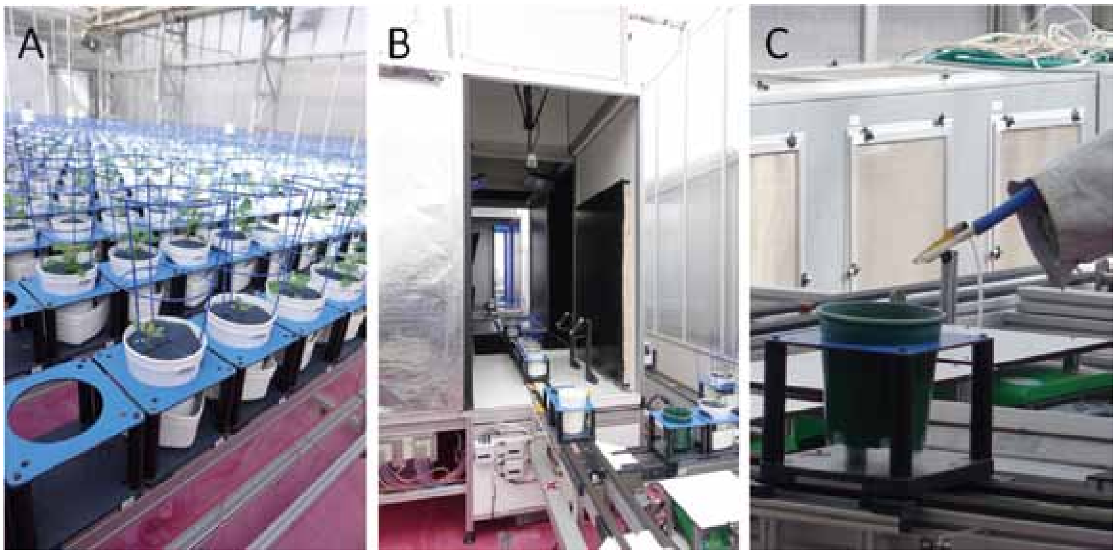
PA根據環境友善的概念，設計中心的供水及排廢系統。尤其，PA有試驗涉及基因改造植物的表型體分析。因此，亦將基改防護的概念導入其排廢系統，達到零花粉排放，甚至廢水及廢棄物皆經過合適處理後方能排放出去。而其步入式表型體設施，可用不同燈源的照射條件，探討每個植物個體對燈源的反應及收集相關的表型資料。另一方面，該中心的智慧型表型體分析溫室具有四個智慧型環控溫室 (Smart house) 區域，分別配有輸送帶系統及影像分析工作站 (LemnaTec Scanalyzer 3D)，能夠進行非破壞性的植物表型體分析。每個單元可種植600株植物，4個單元共可處理2,400株植物 (圖二)。偵測器的部分，配備有紅綠藍光 (RGB) 及螢光等偵測器，前者可量測植物的高度、寬度、植冠密度、葉色及老化程度；後者則可量測植物老化、黃化及壞死病斑。因此，能夠快速及大規模地量測植物生理，有效解決外表型分析瓶頸，增加作物育種的效率。此外，溫室亦配有環境監控系統，可以即時量測與紀錄溫室內的溫度、濕度等環境因子，同時回饋系統進行環境的調控。PA並利用德國Phenospex公司的DroughSpotter系統進行小麥耐旱表型體分析，以及協助阿德雷德大學之植物基因體中心進行小麥耐旱QTL的探索 (圖三)。

(二) 高解析植物表型體中心 (HRPPC)

HRPPC在2009年7月於坎培拉由CSRIO的農業及食品生產中心與澳洲國立大學共同建置營運。該中心主要研究課題分別為 deep phenotyping」(研究植物內部的代謝與生理過程) 及 reverse

phenomics」(剖析植物重要性狀，進而了解其分子機制的基礎)。同時，該中心亦致力於開發次世代表型體技術，如表型體分析機器人、影像分析技術及IT分析平台，以應用於環控溫室或田間偵測植物生理功能及外表性狀表現。

HRPPC已經完成高解析作物植株溫度感測器—Helipod的開發，主要加載在直升機上，具備有FLIR SC64遠紅外線照相機及3,000萬畫素的高解析RGB相機，同時整合IMU及GPS系統，可以快速精準偵測田間作物的植株溫度的變化，進而探討大田模式下，植物因應環境對水分的管理。另一方面，HRPPC設置有Cropatron是一種類似人工氣候室的玻璃溫室，具備高度環境控制能力、PC2等級防護、環境監測感測器 (溫度及濕度) 及整合型多維度的高解析表型體偵測器。其中，整合型多維度表型體偵測器可以進行超光譜分析 (植物代謝、生理量測)、遠紅外熱影像分析 (植株溫度、水份量測)、LiDAR (植株株型影像) 及RGB影像分析 (株型、顏色量測)。目前，該中心已利用此表型體設施，進行環控下植物生長的表型體分析，同時發展各式重要作物性狀的表型體分析方法。此外，該中心亦開發一套類似LemnaTec Scanalyzer 3D的影像分析工作站 (PlantScan™) 及輸送帶系統。PlantScan™可分析幾公分至1.4公尺高度的植物，具備多波長感測器、光學影像感測器及LiDAR感測器，同時結合相機校正、影像處理及3D影像重建技術，可分析植物結構外觀的表型資料，如植株外觀、植株表面積、葉數、葉面積、株型、顏色、面積及體積等，據此影像分析工作站可即時記錄整個植物生長過程的表型體資料。因此，我國未來建造輸送帶系統及影像分析工作站的表型體分析溫室，除了參酌德國LemnaTec Scanalyzer 3D系統外，亦可考量HRPPC開發的PlantScan™系統。



圖二、植物加速中心Smarthouse之輸送帶系統 (A)、**影像分析工作站** (Scanalyzer 3D, LemnaTec Inc.) (B) **及自動澆水灌溉系統** (C)。

圖三、植物加速中心之耐旱表型體分析設備 (DroughtSpotter, Phenospex Inc.)。

本次參訪除了瞭解APPF在實驗室及溫室等級的表型體分析設施外，另一重要目的即是瞭解APPF在大田模式表型體分析設施之發展。因此，本次亦安排參觀HRPP在坎培拉郊區小麥試驗田的Phenomobile lite、環境監控系統及Arducrop感測系統 (圖四)。其中，Phenomobile lite是由HRPPC新開發的田間自走式表型分析機器，其上配備戶外雷射感測器 (LiDAR)、RGB及熱影像照相系統、不同光譜感測器及電腦分析系統。該系統目前已開發至第三代，並實際運用在田間水稻 (IRRI及HRPPC)、小麥 (HRPPC) 等旱作模式的非破壞性外表型分析，如植株高度、遮陰面積、葉面積，株型分析、密度分析及葉顏色等。同時HRPPC亦在田間設置相當的環境監控系統，可以偵測植株溫度、環境溫濕度及土壤溫度等，上述表型及環境監測分析數據，均先傳送到一無線傳送器，再藉由3G通訊方式，將相關資料傳送回實驗室，進行相關的紀錄及分析。此外，HRPPC亦針對田間模式，開發了具備IR偵測器之ArduCrop感測器，可進行田間熱影像的偵測，

圖四、高解析植物表型體中心之田間表型體設施。(A) Phenomobile lite；(B) 環境監控系統及 (C) Arducrop感測系統。

藉此瞭解田間植株因應環境而對植物體內水分的管理情形，也讓種植者瞭解到田間灌溉管理的實際情形。

(三) 澳洲國立大學分支中心 (ANU node)

ANU node主要任務是開發實驗室等級的表型體分析技術及建立高效影像分析平台，該中心亦具備走入式表型體設施，其與PA不同之處，是架設了高解析相機，可進行植物對非生物逆境影響的表型體分析。同時，亦建置有表型體虛擬實境 (virtual reality, VR) 系統，可以虛擬田間所有植物的生長情形、環境因子，如土壤與環境溫度等 (圖五)。此系統除了可供田區管理人員快速了解農場植物生長情形外，亦頗具教育性，或可應用在表型體技術之公民教育。

三、結論與建議

綜合本次澳洲參訪及回國後所蒐集之相關資料，獲得下列心得感想與建議。目前本旗艦計畫已組建一表型體研究團隊，包含中研院、台灣大學、中興大學及農業試驗所。計畫原擬於中研院及大學院校建置步入式表型體生長箱及小型溫室型表型體設施，供植物生理、基因體等基礎研究之應用；另外，在農業試驗所建置大型溫室及田間型之表型體設施，供種原篩選及特定性狀育種之相關應用。然而有鑒於APPF不管在PA、HRPPC或是ANU node，均投入多年規劃設計與超過數億台幣的資金，才得以進行相關設施的建置及開發。考量在國內目前有限的農業科研經費下，是否能如原先的規劃於多處設置表型體分析設施？還是要資源集中在少數地點，建置國家級表型體分析中心，這可能是大家要認真思考的問題。

本計畫在溫室及田間型表型體設施原型機系統的最初考量，包括荷蘭Phenospex及德國LemnaTec等公司所開發系統。然而，建造一個精密的環控溫室，再搭配上述公司的掃描系統或是田間表型體分析系統，花費約數千萬至數億台幣，要價不斐。本次訪問APPF旗下的HRPPC，發現其已開發出許多表型體分析設備，如Cropatron玻璃溫室設施、PlantScan光學分析系統以及Phenomobile Lite系統，均已被廣泛應用在各種表型體分析，且上述設備或分析系統已非專屬授權於澳洲Phenolytics公司，其造價較前述Phenospex及LemnaTec公司低廉，因此未來我們在建置相關系統時可以有更多元的選擇。

參訪APPF由PA、阿德雷德大學ARC植物能源生理卓越中心及植物基因體中心等單位所組成的團隊，發現一個成功的表型體研究團隊，須結合植物生理

圖五、澳洲國立大學分支中心之表型虛擬實境 (virtual reality, VR) 系統操作情形。

學、遺傳學、作物栽培、育種學、農業機械、環境控制、統計學、生物資訊學、大數據分析技術等跨領域專家，方能有實質的研究產出與產業服務。尤其，單以PA一處就具備15位正式職員，涵蓋植物生理、機械工程、生物資訊、影像分析及維修技工等領域。未來台灣在建置表型體分析中心時，如何集結相關領域研究人才，並組成一個具備實質執行能力的團隊，亦是一個重要的關鍵。

澳洲氣候屬於大陸型氣候，是地球上最乾燥的區域之一，平均年降雨量不到600 公釐。因此，APPF多針對植物對環境等非生物逆境抗性（耐旱、耐熱）之表型體分析。然而，台灣近來受極端氣候的影響，導致降雨時間、區域集中，因而常造成台灣不定區域發生水資源不足或嚴重水災。此外，台灣氣候高溫潮濕，原是各種病原微生物生長的溫床。所以在台灣栽培環境下對多數的作物而言，除了具備耐熱、耐旱等特性外，抗病性及耐淹特性亦將是育種須要面對的重要課題。另一方面，APPF目前研究的作物係以小麥及水稻為主，該中心對於台灣種苗產業需求之蔬菜、花卉等作物的相關表型體分析之經驗則較為缺乏。綜合上述因素，台灣若引進澳洲表型體分析系統，可能需要先針對目標作物及特定性狀，引進合適的表型體分析平台，再微調引進系統，並建立所得表型體結果與目標性狀傳統調查結果間的關聯性，始能運用於目標作物之特定性狀選拔及育種，甚至是相關功能基因探索的基礎科學研究。

台灣研究團隊與APPF未來可就下列三個方向規劃可能合作之議題：(1) 於台灣辦理表型體相關研討會，邀請APPF重要成員訪台演講與實地指導。去年(2018) 9月已邀請HRPPC主任Xavier Sirault博士來台演講與實地指導；(2) 編列預算進行Phenomobile Lite的建置，並導入APPF所開發的田間表型體分析設施及技術；(3) 派遣研究人員至APPF旗下研究分支中心，進行為期3-6個月的短期訓練及合作研究，實地學習APPF相關系統的操作及數據分析邏輯。本所2018年5月已派遣杜元凱助理研究員至HRPPC及ANU node進行為期半年的合作研究。這些合作項目，我們團隊除了持續與APPF進行合作外，亦可作為日後台、澳農業研究合作會議的議題之一。

四、參考文獻

Grosskinsky, D.K., Svensgaard, J., Christensen, S., and Roitsch, T. (2015). Plant phenomics and the need for physiological phenotyping across scales to narrow the genotype-to-phenotype knowledge gap. J Exp Bot 66, 5429-5440.

Porter, J.R., and Christensen, S. (2013). Deconstructing crop processes and models via identities. Plant Cell Environ 36, 1919-1925.

溫英杰、楊佐琦、林大鈞 (2017)「台灣重要農作物核心種原基因體資源開發及快速育種平台之建置」研究計畫-赴澳洲「蒐集參訪澳洲表型體設施、軟硬體及相關技術相關資料」工作報告。

智慧農業計畫網站
簡介及網站使用者分析概述

農試所技服組 楊于萱 方尚仁 中國生產力中心 闕君倪

一、前言

行政院農業委員會推動中的「智慧農業」計畫係遵循總統施政藍圖，透過科技創新強勢出擊並運用跨域前瞻科技，研發因應技術以協助因氣候變遷、農業人力高齡化及經營缺工造成的產業困境。本計畫策略定位為「智慧生產」與「數位服務」兩大面向，希望透過智能生產與智慧化管理，突破小農單打獨鬥之困境，提升農業整體生產效率與量能。本計畫最終願景，希望能成功打造優質從農環境，開創農業經營新典範，並邁向「安全」、「效率」、「低風險」的新農業時代(圖一)。

計畫涵蓋範疇分為設施利用型與露地栽培型兩大類，其中針對包括蝴蝶蘭、種苗、菇類、稻作、農業設施、養殖漁、家禽、外銷主力作物、生乳、海洋漁產業等10項產業進行關鍵技術研發與應用，並建置共通資訊平臺，作為領航產業資通訊巨量資料存放、解析與應用。

作　　者：楊于萱助理研究員
連絡電話：04-23317452

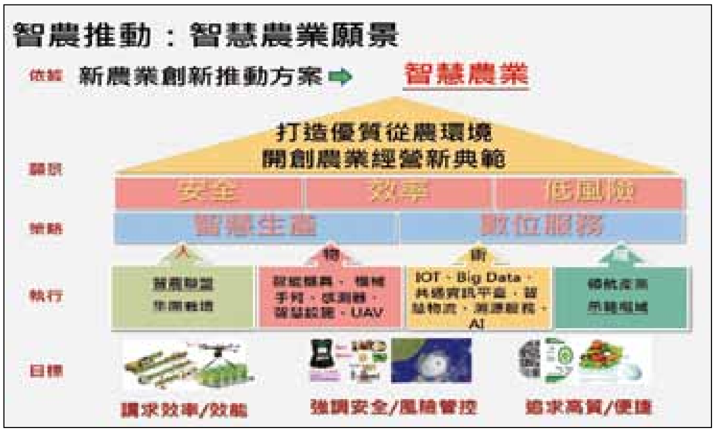
計畫推動同時也著手培育智慧農業種子師資與專業人才、組成產業技術促進小組及產業服務團以提供計畫技術建議及計畫滾動檢討，另成立專案推動小組進行績效管理與趨勢分析。此外，亦推動智慧農業業界參與補助計畫及創新研發業界科專計畫，將創新科技導入產業，提高產業擴散效應 (圖二)。

為聚焦展現產業成果，整合計畫相關資源，特建立智慧農業計畫專屬網站及社群媒體(Facebook, FB)，於網站上介紹本計畫之發展背景、政策推動、涵蓋產業及共通性技術等，整合國內智慧農業推動成果案例、產業新知、國內外趨勢等，以介接政府智慧農業計畫推動之服務，進行相關活動與推動成果之廣宣，使更多欲投入智慧升級之利益相關人能即時掌握最新研發趨勢與產業現況，並透過建置智農農業社群媒體，以不同媒體發文及推播方式進行資訊串流，讓計畫服務不受時、地的影響，提升計畫整體推動效率與廣宣成效。

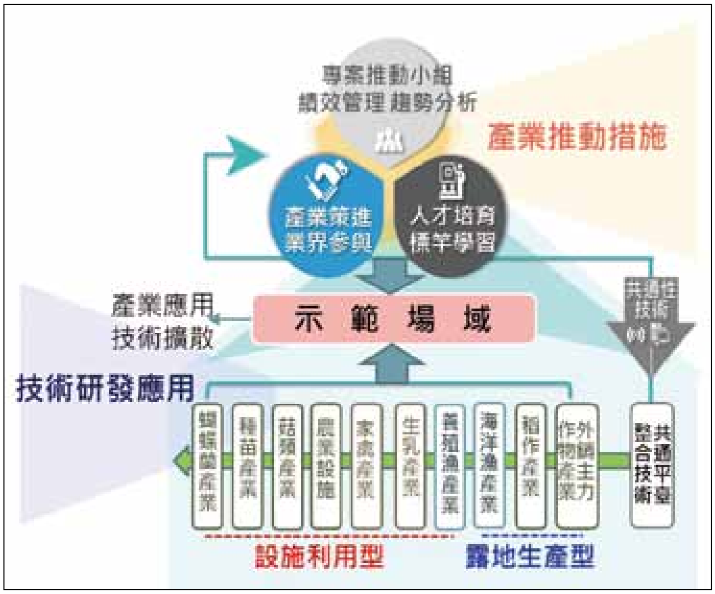
二、智慧農業網站與社群簡介

智慧農業網站與社群同時於2018年5月25日正式上線(圖三)，服務定位略有不

同，智慧農業資源網站(智慧農業-SMART AGRI：http://www.intelligentagri.com.tw)主要為整合領航產業及產官學研之發展能量，提高使用者對於重要政策及資源取得之便利性及與計畫資源介接。智慧農業社群媒體(智慧農業生態圈：https://www.facebook.com/smartagriecosystem)角色則為結合智慧農業網站資源，整合關注農業科技發展之族群，粉絲專頁提供多元化媒材與智慧農業相關之國內外最新動態，可呈現即時多元化訊息。



圖一、智慧農業之願景與策略圖示(資料來源:智慧農業計畫簡報)。



圖二、智慧農業執行架構圖示(資料來源:智慧農業計畫簡報)。

智慧農業-SMART AGRI網站特色說明如下：

(一) 整合智慧農業相關之新知與活動

(1) 智農新聞：每日專人蒐集相關智慧農業之國內外新聞(有關大數據、Internet of Things(IoT)、人工智慧、智能感測、產業新訊等)。

(2)活動課程：相關智農推廣活動、課程及考察團等資訊露出，可使欲參與投入之農民及大眾瞭解智農活動，協助各計畫團隊活動推廣。

(3)發展現況：目前國內外產業發展趨勢、商情分析、研究調查等。

(二) 展現產業技術推動現況與實例

(1) 研發現況：相關技術研發現況介紹，使農民、服務商、學研單位可瞭解已研發技術/設備之資源，此研發成果可提供技轉或尚未實際導入場域應用。

(2) 產業實例：相關技術已導入產業場域之實例，說明相關技術/設備導入場域應用後之實際成果。

(三) 宣導智慧農業相關資源

業界參與補助、業界科專計畫、智慧農業職能

基準課程、人才培育計畫、國際商情平台、共通資訊平台等。

三、智慧農業網站營運初期使用者分析

為了解智慧農業-SMART AGRI網站營運成效，網站建置之初即利用Google Analytics (以下簡稱GA)，掌握網站的流量來源、瞭解訪客從何而來、回訪率等資料，以利加強後續網站維運及決策。GA是Google公司提供的免費數據分析工具，可用來分析網站或APP的數據狀況，由於GA基本版完全免費，目前屬全世界最普及的數據分析軟體。

GA分析可提供的資訊項目有：訪客是誰(目標對象)、訪客從哪來(客戶開發)、訪客作了什麼(行為)及最終結果(轉換)。不管是內容型網站或銷售型網站，均可由GA獲取各種不同層面的數據，提供作為網站管理者判讀。因本網站屬於內容型網站，本文將以GA於2018年5月25日至2018年9月30日所呈現之數據資料，針對進入網站的使用者年齡層、性別、興趣、地區、行為或是透過何種裝置進入網頁等資訊進行分析，了解本網站的使用者面向，目標性的加強未來網站的維運與管理，分項說明如下：

(一) 網站使用者總覽數據

依據GA數據顯示，本網站自2018年5月25日上線以來，使用者為11,857人，頁面瀏覽量為45,932次，工作階段18,533次，平均工作階段時間長度為2分06秒，跳出率為67.36%(圖四)。

GA數據顯示使用者為11,857人次，但從智慧農業網站之計數器卻顯示截至2018年9月底，網站累積瀏覽人次已達24,000人次以上(圖五)，其與GA使用者之人數差距主要在於兩者計算模式不同，網站計數器只要瀏覽頁面有重新整理或是相同使用者重複瀏覽都會增加一次瀏覽數，參考價值較低，而GA的使用者人數計算來源為透過辨識使用者的瀏覽器

SMART AGRI 智慧農業　　智慧農業生態圈

圖三、智慧農業網站及社群媒體QRcode。

圖四、智慧農業網站使用者總覽數據圖示。

圖五、2018年5月至9月智慧農業網站計數器之累積瀏覽人次(資料來源：網站計數器數據)。

來計數，也就是說，當使用者使用同一瀏覽器造訪同一網站無數次，GA都能辨別並僅計數1次，相較來說，GA使用者人數數值較網站計數器來得準確。

(二) 使用者性別、年齡層及地理區域

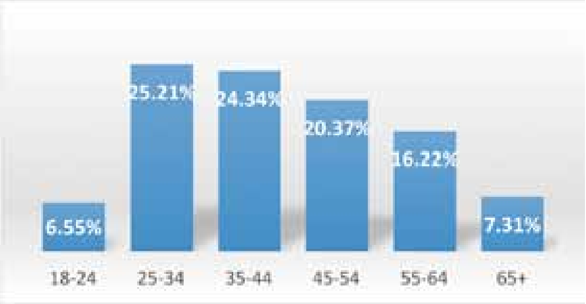
使用者性別分析，取樣數為6,997人，男性及女性佔比分別為68.7%及31.3%；年齡層比例部份，取樣數為6,912人，佔比第一為25-34歲佔25.21%、第二為35-44歲佔24.34%、第三為45-54歲佔20.37%，最少的是18-24歲佔6.55%(圖六)。綜合顯示本網站以男性登入比例較高，主要使用客群為25-54歲佔69.92%。

另外在11,857位使用者之地區分析部份，依比例台灣使用者高達94.66%，但仍有少部份國外使用者登入閱讀相關資訊，從GA數據顯示使用者分布區域有美國、馬來西亞、秘魯、香港、日本、中國等國家。

(三) 使用者進入網站之硬體裝置及進入方式

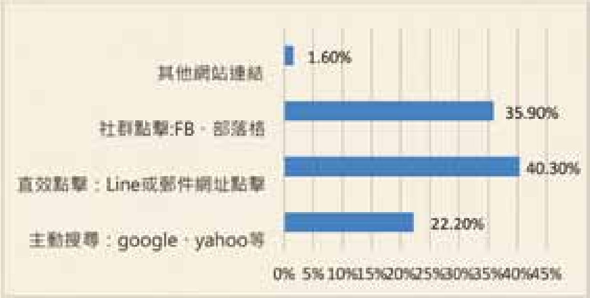
在使用者使用裝置數據顯示，本網站以手機進入比例高達65.1%，其次為桌上型電腦32.02%，最少則為筆記型電腦2.88%(圖七)。由此可看出，隨著網路科技的快速發展，以智慧型手機連網的行為已逐漸取代民眾使用桌電上網的習慣，本網站同時具備傳統網頁與手機版網頁，建議未來可優先針對手機版網頁設計更豐富多元的意象及內容，滿足手機族群的需求，進而增加網站使用者人數。

另外在網站目標對象來源部份，最多為透過Line或電子郵件等網址直效點擊進入佔40.30%、次多為透過FB或部落格點擊進入佔35.90%，其餘透過google等網站主動搜尋智慧農業關鍵字佔22.20%、最少為其他網站連結進入僅佔1.60%(圖八)。由此可見，以智慧型手機進入智農網站比例最高，而手機內最常使用之APP分別為Line及FB，建議未來可將智農網頁相關訊息透過Line及FB宣傳



圖六、網站使用者之年齡層佔比。

圖七、使用者進入智農網站使用工具佔比。



圖八、使用者進入網站方式佔比。

表一、網站使用者之行為資料

	使用者(人)	工作階段$^{(1)}$	跳出率$^{(2)}$	單次工作階段頁數	平均工作階段時間長度
新訪客	11857	11746	71.12%	2.01	1分19秒
回訪者	2410	6787	60.84%	3.28	3分26秒

(1) 當使用者透過不同管道，進入到網站就會被算作一次工作階段，但GA預設的工作階段時間是30分鐘，所以當使用者在這30分鐘內在網站瀏覽任何頁面都只會被算一次工作階段。

(2) 跳出率：當使用者進入網站瀏覽第一個頁面時，不繼續瀏覽下一個頁面就離開頁面的話，就會算作一次跳出，而跳出率就是跳出數/工作階段數的百分比。

推播，並可強化主動搜尋關鍵字、其他社群或部落客推薦之來源，增加新客群及經營網站回流穩定之客群。

(四) 使用者行為資料

「行為」資料可以辨識使用者是第一次造訪網站，或是重複瀏覽的使用者、瀏覽網站的頻率，以及主動參與的程度。依GA資料顯示，本網站第一次進入網站之客群佔83.11%，回訪者佔16.89%，回訪者之跳出率較低、瀏覽時間長且單次瀏覽頁面有達到3頁以上(表一)，建議未來網站維運重點可朝向增加網站內容豐富性，將網站新客群持續吸引成為固定回流客群，以提升網站實質服務品質及所期成效。

另外對於內容型網站，需特別注意使用「跳出率」及「平均工作階段時間長度」其二項指標之相關數據。以GA邏輯來說，「跳出率」的定義為：「使用者進站後沒有產生第二個互動的百分比」，也就是說即使使用者在某一頁停留了10分鐘，完整將網頁讀完，GA還是視該使用者為「跳出」的比例，所以跳出率這個指標其實高估了使用者實際「跳出」的比例。而「平均工作階段時間長度」是以最後一次互動的時間減第一次互動的時間計算而來，若使用者僅瀏覽一個頁面，沒有其它頁面的瀏覽互動，GA就沒有計算工作階段時間長度的依據，所以該次的時間長度會是零，所以實際上「平均工作階段時間長度」低估了使用者真正時間長度。而這二項指標在內容型網站的高、低估情形更為明顯，在分析時需特別注意。

四、結語

智慧農業網站之功能訴求主要為聚焦展現計畫整體研發成果及整合計畫相關資源，目前透過GA的分析數據，可初步了解該網站營運成效，而在網站未來維護與營運規畫部份，為吸引更多客群造訪及有效推播智慧農業成果，不斷充實網站智慧農業內容的深度與廣度應為首要之務，除此之外，輔以GA網站分析工具，持續不斷收集網站數據並加以分析及檢視，其數據分析結果，將可協助網站維運作出更精準的決策工具。

五、參考文獻

楊智凱、施瑩艷、楊舒涵。2016。以智慧科技邁向台灣農業4.0時代。農政與農情。289:6-11。

以IPA方法探討 農試所養液栽培管理進階班，農民教育訓練成效

農試所技服組 吳惠卿 劉禎祺

一、前言

面對當前科技與產業快速變化的氛圍下，人力是產業發展核心價值所在，政府為培育年輕化的優質農業人力，積極推動各項措施，整合農業研究、教育、推廣等資源，於民國100年成立農民學院，進行專業而有系統的農業知識教育訓練，規劃分層階段性農業終身學習，分別設立不同班別，如入門班(農業通識教育，45歲以下為優先)、初階班(初任農業經營者，從農1年以下)、進階班、進階選修班(農業專業人才，以經營管理課程為主)及高階班(以農業經營管理為主)，藉以提升參訓學員農業知識與技能，引導青年留農與返農扮演相當關鍵角色。

近年來設施內養液栽培具有高利潤及高產值的潛力，致使投入農友逐年攀升。故本研究聚焦於參加本所107年度「養液栽培管理進階選修」訓練班學員為對象，進行IPA績效分析問卷調查，進而了解農業課程訓練對農民所產生效益，有助日後課程規劃參考重要依據。

作　　者：吳惠卿助理研究員
連絡電話：04-23317463

二、IPA重要性-表現程度分析法

重要性-表現程度分析法(Importance Performance Analysis，簡稱IPA)係由Martilla與James於1977年提出，以產品使用者(消費者)評估該產品的重要性與表現情形之平均值依據，製成一個二維矩陣，用圖像分析的方式呈現各屬性重要性與表現情形的相對位置，透過分析數值坐落於不同項線上的位置點，以顯現其重要性與表現情形之間的關係，並就此提出策略規劃與建議。

IPA自1970年代迄今被廣泛應用於服務、產品、商標辨識、觀光及零售業等，能快速有效提供經營者有用資訊，近年已有許多研究利用IPA績效分析法來探討學員教育訓練之重要性與訓練成效滿意度。蔡坤穆等人應用Martilla與James的方法探討台灣高科技產業對國際物流服務的需求，將顧客重視度及滿意度的交叉表現製成IPA重要績效矩陣四個象限(如圖一)，分別表示為:

1. 第一象限：優勢保持區

消費者對此產品、訓練或服務屬性受重視程度及滿意度評價都很高，表示有機會獲得獲維持競爭優勢，所以此象限為持續維持優勢區域，又稱為「優勢保持區」。

2. 第二象限：優先改善區

消費者對此產品、訓練或服務，所感知的重要程度很高但滿意度不高。此象限代表對產品、訓練或服務提供者而言，應優先改善產品或服務，若忽視這些可能會造成一連串影響，又稱為「優先改善區」。

3. 第三象限：次要改善區

消費者對此產品、訓練或服務，所感知的重要程度及滿意度均不高，因此，不須額外努力在這些項目上，對於產品、訓練或服務改善的優先順序較低，屬低優先改善區，又稱為「次要改善區」。

4. 第四象限：過度重視區

消費者對此產品、訓練或服務，所感知的重要程度低但滿意度很高，有過度供給之意涵，因此，可適當調整資源，移到重要性更高的項目上，又稱為「過度重視區」。

三、研究方法

(一) 問卷設計

本研究問卷正式發放前，先由績優農民(績優產銷班班員等)、部份受訪者的意見、農試所專家等進行修訂，彙整並歸納出養液訓練班教育訓練成效，分別以課程設計、課綱項目及參訓收穫等構面為架構設計問卷。本研究採Likert氏5點量表作為量化工具，量表中「1」表示對問卷題項的敍述非常不同意，以「5」表示非常同意，讓受測者在所列各項衡量項目中選出最適當的分數。

(二) 研究對象及分析方法

本研究係以參加本所107年度農民學院「養液栽培管理進階選修訓練班」40位學員為研究對象，進行問卷調查。本研究以SPSS(Statistics Package for the Social Science)19.0軟體進行分析，並使用因素分析法(factor analysis)分析能力自我認知程度後，歸納出具代表性因素，繪製成一個二維矩陣圖，將課程重要性設為X軸，課程訓練成效設為Y軸，依各問項的重要性與和課程成效為座標記於四個象限中，進行交叉分析以做為課程調整的依據。

(三) 問卷結果

1. 受訪者基本資料

受訪者男性占85%，女性占15%；教育程度分布情形，以大專占55%為最高，其次是高中占20%；年齡分布情形以41-50歲以下占42.5%最高，其次是31-40歲占27.5%；非相關農業科系畢業占90%；從農時間以4至6年占37.5%最多，次為1至3年占32.5%；主要栽植蔬菜占55%為最高，其次是果樹占25%；農地面積在1至3分地以上42.5%最多；52.5%為溫網室栽培；47.5%農務人力與家人共同合作，農忙時再雇工，而有35%受訪者農務人力與家人共同合作不僱工；受訪者居住地分布情形以中部地區(苗栗縣-雲林縣)占50%為最高，東部地區(花蓮縣-台東縣)無樣本分布。

2. 效度與信度

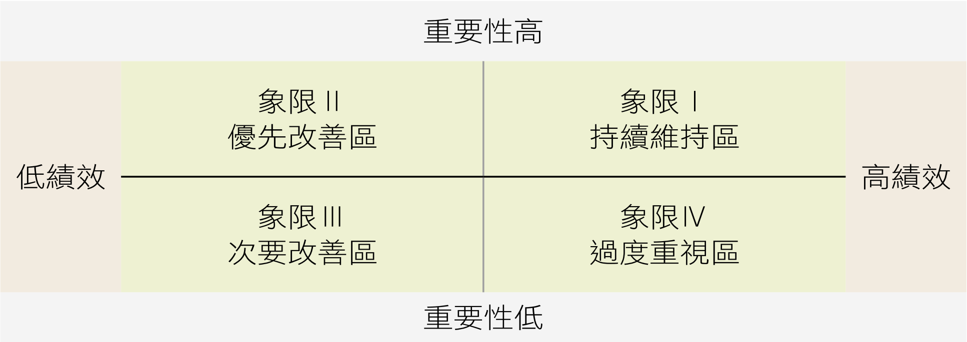
分析所選用的測量工具是否精確反應出受測標的，對本研究之正確性具有重大的影響，信度與效度的檢定便是為

檢驗衡量工具精確與否，其中，信度係指一種衡量工具的正確性與否。一般常用的統計指標是利用Cronbach's α係數值來計算相同因素構的內部一致性。本研究問卷對課程設計、課綱項目及參訓收穫等研究構念採用Cronbach' s α來衡量每個變項之內部的一致性，一般學者認為Cronbach' s α係數介於0.7與0.8之間為高信度值，本研究以Cronbach's α係數值來衡量問卷的信度，本問卷之信度如表一，Cronbach's α係數均在0.8以上，顯示本研究變項均具內在一致性。

效度 (validity) 是指一個測量尺度能確實地度量出研究者所要測量事物的程度，本研究問卷之題項乃經由文獻整理、績優農民(績優產銷班班員等)、部份受訪者的意見及農業專家進行彙整，經初測後修訂再行複測，因此，本研究所用的衡量工具應有一定程度的內容與建構效度。

3.因素分析法

本研究針對「養液栽培管理進階選修訓練班」參訓學員之教育訓練成效作因素分析，採因素分析法(factor analysis)中的主成分分析，進行KMO(Kaiser-Meyer-Olkin)取樣適切性與Bartlett球型檢定，當KMO值大於0.8以上，表示適合進行因素分析。本研究以SPSS(Statistics Package for the social Science)軟體進行統計分析，其KMO值為0.804，確認適合進行因素分析法後，將所有重要因素用最大變異法做直交轉軸，進行因素萃取，刪除因素負荷量小於0.5的題項(8個題項)，取特徵值大於1的主成分，共有3個



圖一、IPA重要績效矩陣(資料來源:蔡坤穆等，2010)

表一、養液栽培管理進階選修班學員教育訓練成效評估因素分析表

因素名稱	特徵值	解釋變異量%	Cronbach's
課程設計	8.335	34.198	0.903
課綱項目	5.084	26.341	0.870
參訓收穫	3.095	13.781	0.825
參訓動機	0.217	3.271	0.671
總解釋變異量74.32%			

構面24個題項，構面內容重新命名為課程設計、課綱項目及參訓收穫等構面，其累積變異量達74.321% (表一)。

4. IPA績效分析法

將因素分析結果之各問項李克氏量表求得平均值，以農業教育訓練重要性之平均值為X軸座標，農業教育訓練成效高低之平均值為Y軸座標，將24題項因素平均數分布於二維矩陣，再以農業教育訓練重要性之平均值3.53為水平線，農業教育訓練成效高低之平均值3.12為垂直線將二維矩陣分為四個象限，(如圖二)，由矩陣右上角逆時針依序為持續維持區為第一象限、優先改善區為第二象限、次要改善區為第三象限、過度重視區為第四象限區，坐落於各象限題項說明如下:

(1) 第一象限：優勢保持區

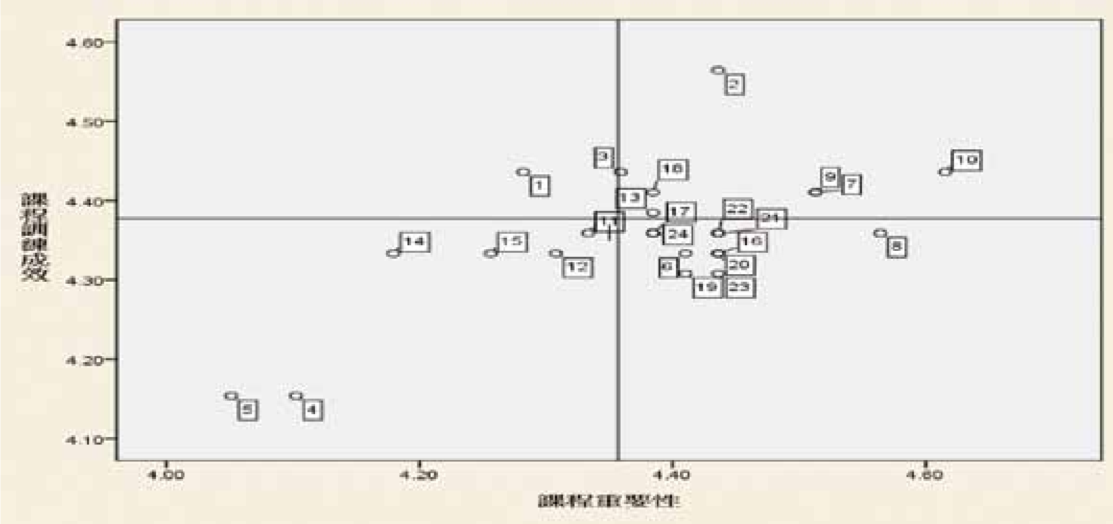
第一象限為農業教育訓練課程重要性感知及訓練成效皆較高的項次，在此象限應持續維持現況，以保原有優勢。由IPA矩陣圖顯示第一象限分別為「講師專業能力」、「講師解說表達能力」、「養液栽培在農業上之應用」、「設施溫室及養液管路管理」、「養液栽培系統下易發生問題與解決對策」、「溫室管理實務操作」、「設施栽培通風技術」及「設施栽培水分控制」等8個題項，落於此象限之題項，表示受訪者對教育訓練課程及訓練成效之認同度高，即該課程實施符合受訪者需求，開課單位應繼續辦理該項課程。

(2) 第二象限：優先改善區

第二象限為農業教育訓練重要性感知高但訓練成效較低的項次，由IPA矩陣圖顯示第二象限共有1個題項，為「講師授課內容與課程契合度」，在此象限顯示受訪者認為農業訓練成效低於本身需求期望，相對於其他象限，應優先加強該項訓練課程。

(3)第三象限：次要改善區

第三象限為農業教育訓練重要性感



圖二、養液栽培管理進階選修班學員教育訓練成效IPA分析矩陣。

知及訓練成效皆較低的項次，在此象限顯示受訪者認為本項象限內題項其重要性低於第二象限，由IPA矩陣圖顯示第三象限共有6個題項，包括「授課時間長短」、「各項課程時間分配」、「養液簡易水電系統介紹」、「水電系統現場實習」、「設施作物栽培管理要領及育苗嫁接實習」及「農友果樹作物養液栽培經驗分享」，在此象限顯示受訪者認為農業訓練成效及受訪者本身需求期望均低，相對於其他象限，此象限應次要加強該項訓練課程。

(4)第四象限：過度重視區

第四象限為農業教育訓練重要性感知程度低但訓練成效較高的項次，由IPA矩陣圖顯示第四象限共有9個題項，「各項課程內容豐富性又淺顯易懂」、「植物營養與肥料認知」、「設施栽培通風設備概念簡介」、「自行配置養液技術」、「養液栽培自動化操作技術」、「設施內養液管路系統管理與排除故障」、「設施內養液水電系統配置」、「農友果樹作物養液栽培之經驗分享」及「養液配製原理與操作」，在此象限顯示受訪者認為，相較於其他象限而言成效良好，可將投入此項象限資源，改投入其他象限題項中。

四、結論與建議

本研究結果顯示養液栽培管理進階選修班之參訓學員有年輕化、高學歷等特質，其訓練成效與性別、年齡、教育程度並無顯著相關。依象限資料顯示，講師的專業及解說能力、養液配置作業、設施環境(水分及通風)控制、設施內養液管路、簡易水電設備維護管理等，就養液栽培管理進階選修班學員而言對於訓練課程及訓練成效之認同度高，即該課程實施符合受訪者需求，開課單位應繼續辦理該項課程。而「講師授課內容與課程契合度」為優先改善項目，經再次詢問學員，學員多表示先前對於簡易水、電管路配置系統不熟悉，講師講授不斷重複，造成課程進度落後，未來課程安排應特別注意。在從事養液栽培前會先行透過電腦網路、請教專家或農友，獲得所需的農業知識與技術，特別針對養液肥料特性種類、養液配方調配及設施環境操控等。但有些模糊概念，經課程中專家講授後，觀念將會更完整且全面。因養液栽培較一般栽培技術門檻稍高，需學習課程多且複雜，如植物營養與肥料認知能力、養液栽培自動化操作、養液系統中水、電管路設計、維護及緊急障礙排除等。因此學員反映對於課程中配合實作課程安排，應針對養液簡易水電系統做更詳盡介紹。

許多受訪者建議除專業技術交流外，希望課程多安排與相關業者進行對談，對於農場經營成本控管及風險管理能力提升等課程比例建議多些。因此，未來課程如何客製化規劃設計是值得探討的議題之一。

農試所研發百香果週年生產技術，增加溫室多元利用

本所108年01月14日新聞稿

農試所農化組 張庚鵬 郭鴻裕

台灣百香果(台農1號品種)主要產季在5月下旬至隔年1月下旬，開花期倘遇低溫或短日照易導致開花不順或不結果。為建立百香果週年生產模式，農試所整合光照、合理肥培管理、整枝及病蟲害安全防治等技術，於設施內成功研發出「低溫季節百香果生產技術」，不僅克服低溫與短日照導致的開花障礙，還能生產安全及高品質的百香果，有助於提高農民收益。

露天栽培與低溫影響百香果週年生產，亟待開發新技術

農試所指出，酸酸甜甜風味獨特的百香果，近年來深受國內外廣大消費者喜愛，無論是鮮食、果汁、甚至入菜都非常適合，百變吃法也帶動市場需求，近年價格看俏，生產面積持續擴增，104至106年近3年之平均生產面積約663公頃，較101至103年平均生產面積(461公頃)增加約200公頃。

因為百香果有不同品種，可供臺灣不同風土環境或是產期調節技術運用，但在生長如果遇到低溫季節，會受到短日照與低溫影響，無法順利開花與結果；又因近幾年急遽變化的氣候，使露天栽培難度倍增，不僅容易發生病害，肥培管理也更難掌握，都成為百香果週年生產的難題。

溫室栽培搭配光照，有效克服低溫障礙

考量百香果近年廣受國人歡迎，並且有低溫障礙問題須克服，因此應用設施建立百香果週年生產栽培模式，遂成為研究方向，且近年來農民投入設施栽培者日益增加，為了避免農民集中種植特定作物品項，可能衍生產銷問題，農試所強調，開發短期設施作物輪作多樣化，研發適當的栽培模式實屬必要，又能協助穩定設施生產及收益，此技術不僅讓喜愛百香果的消費者，有機會隨時品嚐到新鮮、美味又安全的百香果，也可提供農民選擇溫室設施作物時，多增加選項，該技術已經具有實際可推廣之技術基礎，能夠讓農民實際應用，對於有興趣瞭解本技術的農民可以透過該所技術服務組(04-2331-7461)聯繫參訪。

農試所成功於低溫季節生產出安全高品質百香果。

作　　者：張庚鵬副研究員
連絡電話：04-23317425

馬鈴薯瘡痂病的救星：枯草桿菌LNP-1新型微生物製劑

本所108年02月15日新聞稿

農試所植病組 林宗俊 張瑞璋

行政院農業委員會農業試驗所成功研發枯草桿菌LNP-1菌株之新型微生物製劑，能有效防治目前田間常見的馬鈴薯瘡痂病，使薯塊罹病面積大幅降低，提高產品良率達12.5%，增加農友的收入。

瘡痂病影響馬鈴薯品質與良率，亟待研發防治新技術

馬鈴薯是台灣重要的根莖類作物，全國栽培面積約2,400公頃，總產量5萬5千公噸。近年來由於瘡痂病發生頻率逐漸增加，雖然病斑僅限於表皮，但因病薯不耐貯藏、外觀失去商品價值，造成農民收入減少。

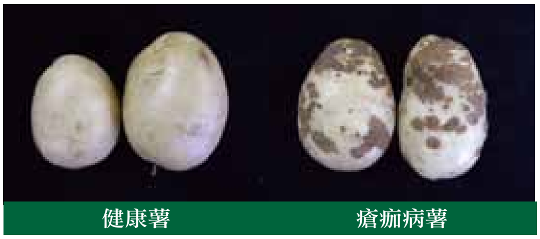
馬鈴薯瘡痂病的病原為土棲性的鏈黴細菌，可長期存活於土壤及罹病薯塊中，病原細菌在高溼度的環境下，可經由薯塊表皮之皮目侵入，亦可經傷口感染，好發在病原密度高的連作田區。面對馬鈴薯瘡痂病日益蔓延，農試所成功研發枯草桿菌LNP-1菌株之新型微生物製劑，可有效抑制田間瘡痂病的發生。

種薯微生物製劑裹粉處理搭配田間衛生管理，可有效防治瘡痂病

該所表示，一般農友種植馬鈴薯前會將種薯切塊陰乾，但考量馬鈴薯種薯切塊後遇水易爛，特別研發製成可濕性粉劑；可濕性粉劑之劑型除可裹粉使用外，也可泡水稀釋，亦即有2種使用方法供選擇。

農試所說明，田間的應用方法係將種薯切塊，先以經玉米澱粉稀釋400倍後的枯草桿菌LNP-1可濕性粉劑均勻撒佈包裹薯塊，再種植於田間，待馬鈴薯苗冒出土面後，每2週再以LNP-1可濕性粉劑稀釋400倍澆灌處理1次，共施用3次。田間試驗結果顯示，未處理微生物菌之薯塊的罹病度為19%，而處理組則降至12%。若能配合田間衛生管理，避免將前期罹病的馬鈴薯棄置於田間，則更能提升生物防治的成功機率。

農試所表示，為了避免過度倚賴化學農藥可能產生的影響，該所這幾年積極推廣應用微生物製劑防治病害，更成立「微生物農藥篩選平臺」，將研究作用機制、田間試驗、製劑開發及產業化等串聯成一條龍，加速有益微生物發酵技術的研發及應用。



初發病薯塊表皮破裂，逐漸隆起呈圓形褐色瘡痂病斑，嚴重時病斑癒合呈網狀龜裂，嚴重影響商品價值（右圖）。左圖為健康之馬鈴薯。

作　　者：林宗俊助理研究員
連絡電話：04-23317520

農業試驗所

最新品種授權資訊

「酪梨台農1號(紅甘)品種權(續約)」品種

- 已授權正茂果苗園生產、銷售。
- 洽詢電話：**0937-292056**
- 地址：彰化縣永靖鄉中山路一段615號

「冬瓜台農2號品種權(續約)」品種

- 已授權農友種苗股份有限公司生產、銷售。
- 洽詢電話：**07-6519668轉2310**
- 地址：高雄市大樹區竹寮路114-6號

「水稻台農77號品種權」品種

- 已授權花蓮縣富里鄉農會生產、銷售。
- 洽詢電話：**03-8821705**
- 地址：花蓮縣富里鄉羅山村9鄰東湖6號

「桃台農7號(紅鈴)品種權」品種

- 已授權台中市太平區農會生產、銷售。
- 洽詢電話：
  04-22781148#235
- 地址：台中市太平區
  太平路483號

技術服務季刊
機構典藏

ISSN 1017-0863
GPN：2007900008
定價：NT$35